

PROYECTO MEJORA DE LAS ECONOMÍAS
REGIONALES Y DESARROLLO LOCAL

—
MÉTODOS
DE VALUACIÓN DE
EXTERNALIDADES
AMBIENTALES

CUADERNO TECNOLÓGICO N°31

Autores:

Raúl G. Sanchis (Ph. D)

Luis Sánchez-Torrente (M.Phil)

Expertos internacionales provistos en el
marco del contrato EPTISA, España

Septiembre de 2016



INTI



Unión Europea

PROYECTO MEJORA DE LAS ECONOMÍAS REGIONALES Y DESARROLLO LOCAL



Unión Europea

Delegación de la Comisión Europea en Argentina
Ayacucho 1537
Ciudad de Buenos Aires
Teléfono (54-11) 4805-3759
Fax (54-11) 4801-1594



INTI



Instituto Nacional de Tecnología Industrial
Gerencia de Cooperación Económica e Institucional
Avenida General Paz 5445 - Edificio 2 oficina 212
Teléfono (54 11) 4724 6253 | 6490
Fax (54 11) 4752 5919



INTI



Unión Europea

www.ue-inti.gob.ar

CONTACTO

Información y Visibilidad: Lic. Gabriela Sánchez
gabriela@inti.gob.ar

Diseño Gráfico: Sebastián Baigún

INDICE

1. PRESENTACIÓN.....	6
2. INTRODUCCIÓN	4
3. CONCEPTOS GENERALES	5
3.1 Marco Teórico.....	6
3.1.1 Teoría del valor.....	6
3.1.2 Teoría microeconómica del bienestar.....	7
3.2 Utilidad de la valuación de externalidades ambientales.....	12
3.3 Etapas del proceso de valuación.....	13
3.4 Introducción a los métodos de valuación.....	14
4. MÉTODOS DIRECTOS	15
4.1 Valoración contingente.....	15
4.2 Precios de mercado.....	20
4.3 Transferencia-beneficio.....	23
5. MÉTODOS INDIRECTOS	24
5.1 Costo del viaje.....	24
5.2 Precios hedónicos.....	29
5.3 Dosis-respuesta.....	33
6. INTERNALIZACIÓN Y TOMA DE DECISIONES	35
6.1 Análisis costo-beneficio para la toma de decisiones.....	35
6.2 Otros criterios de decisión.....	38
6.3 Internalización de externalidades e implicaciones regulatorias.....	39
6.3.1 Soluciones pigouvianas.....	55
6.3.2 Estándares ambientales y derechos de propiedad.....	40
6.3.3 Límites máximos y comercio (Cap & Trade).....	41
6.3.4 Estándares tecnológicos (Command & Control).....	41
6.3.5 Fondos y donaciones medioambientales.....	42
7. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES.....	42
8. REFERENCIAS.....	43

El presente cuadernillo técnico persigue ser una guía para el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de la República Argentina en la valuación de externalidades medioambientales dentro del marco de sus propios proyectos. Con este propósito, en una primera instancia se describen los conceptos fundamentales para enmarcar el problema sobre los métodos de valuación de externalidades, para proseguir con la descripción de los diversos métodos de valuación de externalidades, tanto directos como indirectos. Por último, se presenta un conjunto de soluciones desde la teoría económica al problema de internalización de las externalidades ambientales, y se profundiza en el análisis costo-beneficio como principal criterio para la toma de decisiones en este tipo de problemas, aportando además otros criterios alternativos.

1. PRESENTACIÓN

La Unión Europea y el INTI firmaron un convenio de financiación destinado a mejorar la competitividad de las miPyMEs del norte argentino acercando respuestas tecnológicas apropiadas al nuevo entorno productivo industrial. Los responsables de la ejecución del Proyecto "Mejora de las Economías Regionales y Desarrollo Local" son el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), en representación del gobierno nacional, y la Delegación de la Unión Europea en Argentina.

Durante más de medio siglo, el INTI ha construido capacidades profesionales e infraestructura tecnológica de relevancia que lo posicionan hoy como actor importante para aportar innovación tecnológica aplicada a los procesos productivos de toda la economía y para el desarrollo de soluciones industriales que incrementen la productividad y la competitividad de la industria nacional.

Con la ejecución de este proyecto se buscó acercar la tecnología y las capacidades técnicas a las regiones de menor desarrollo relativo del país, poniendo a disposición de las miPyMEs y Pymes los medios para satisfacer las demandas de mejora de eficiencia y calidad de sus productos y/o servicios para dar un salto cualitativo en cada una de las provincias del NOA y NEA.

Por tanto, a través de un diagnóstico y evaluación de necesidades tecnológicas hecho en articulación con los gobiernos provinciales, se diseñó un plan de acción sectorial que se implementará hasta 2016, en cinco sectores industriales determinados como prioritarios: industrialización de alimentos, curtiembre, textil, y metalmecánica junto a la gestión medioambiental como eje transversal a los sectores industriales anteriores.

El proyecto Mejora de las Economías Regionales y Desarrollo Local surgió como parte de las acciones de vinculación internacional del INTI, en donde la cooperación técnica con organismos públicos y privados del mundo -presentes en el campo tecnológico- favorecen el intercambio de conocimientos como elemento fundamental para el desarrollo industrial local.

En esa dirección, uno de los componentes de este proyecto fue la convocatoria de especialistas en diversas temáticas, para cumplir con misiones de trabajo en nuestro país. El objetivo de cada misión es brindar capacitaciones específicas a técnicos de las provincias norteñas, de acuerdo a la especialidad de cada experto, a grupos de trabajo de Centros Regionales de Investigación y Desarrollo así como a Unidades Operativas que conforman la red INTI, y brindar asistencia técnica a las miPyMEs que acompañen el desarrollo de las actividades del proyecto. Además, mantienen entrevistas con actores locales quienes constituyen un recurso esencial y estratégico para alcanzar los objetivos planteados.

La publicación que se dispone a conocer ha sido concebida como resultado de una misión técnica de uno de los expertos intervinientes en este proyecto. Cada experto al finalizar su trabajo en el país, elabora un informe técnico con recomendaciones para el fortalecimiento del sector para el cual fue convocado y que da lugar a la presente producción, editada con el propósito de divulgar los conocimientos a partir de las necesidades

detectadas y los resultados del intercambio efectivo hecho en territorio, conjugando los basamentos teóricos con la realidad local.

Dra. Graciela Muset

DIRECTORA DEL PROYECTO MEJORA DE LAS ECONOMÍAS REGIONALES Y DESARROLLO LOCAL

El contenido de esta publicación es responsabilidad exclusiva del consorcio EPTISA-AENOR-ATECOR-UPM y en ningún caso debe considerarse que refleja los puntos de vista de la Unión Europea

2. INTRODUCCIÓN

Toda actividad económica es por su idiosincrasia generadora de ciertos beneficios y ciertos costos. Generalmente, podemos pensar en que muchas actividades económicas, si no todas, bien involucran recursos naturales como un insumo productivo o bien, como mínimo, o bien se enmarcan en un contexto natural susceptible de sufrir ciertas consecuencias o costos derivados.

El presente documento, persigue como objetivo fundamental la correcta puesta en valor de las actividades económicas en tanto en cuanto son generadoras de costos directos e indirectos relacionados con el medio ambiente, los cuales han sido tradicionalmente subestimados en la toma de decisiones económicas y están cobrando una creciente preocupación, sensibilidad y trascendencia en el proceso de desarrollo económico, social y humano.

Para conseguir este objetivo se propone un conjunto de métodos de valoración de lo que en la sección 3 se define como *externalidades*, y en concreto de aquellas que se generan como consecuencia de impactos medioambientales. Tras la correspondiente definición de las externalidades, la sección 3 propone una serie de conceptos generales necesarios para enmarcar adecuadamente el estudio y valoración de las mismas, para lo cual se define un marco teórico microeconómico general, se aportan distintas justificaciones del análisis de valuación, se delimitan las fases del proceso de estudio y se introducen brevemente los métodos de monetización. La sección 4 se dedica plenamente al desarrollo y exposición de los métodos directos de valoración, entre los cuales destacamos la valoración contingente, el método basado en precios de mercado y el método de transferencia de beneficios. De igual forma, la sección 5 se dedica a los métodos indirectos de valoración de externalidades medioambientales, destacando el método del costo de viaje, el método de los precios hedónicos y el método dosis-respuesta. La sección 6 está dedicada a la explicación de cómo implementar el análisis costo-beneficio en la toma de decisiones sobre la viabilidad de proyectos con impactos medioambientales, así como a ofrecer las soluciones más extendidas dirigidas a la internalización de los costos externos generados por las externalidades medioambientales. Por último, la sección 7 ofrece una serie de conclusiones y recomendaciones orientadas a la aplicación de todos estos contenidos por parte del INTI.

3. CONCEPTOS GENERALES

La consideración de proyectos o actividades económicas implica la generación de ciertos costos que, atendiendo a su naturaleza, pueden clasificarse como directos o indirectos:

- **Costos directos:** aquellos costos que vienen determinados por la existencia de mercados bien definidos que establecen un precio cuantificable y monetario, fácilmente identificable y asumible en la estructura de la organización. Ejemplos: costos de materias primas, salariales, financieros.
- **Costos indirectos:** costos no fácilmente identificables a priori y cuya incorporación a la estructura de costos de la empresa se ve dificultada por la inexistencia de un mercado concreto. Dichos costos pueden ser asumidos o no por la estructura de la organización.

Ejemplos paradigmáticos de costos directos pueden ser los costos de las materias primas, así como los costos laborales y salariales o los costos financieros. Asimismo, podemos pensar como ejemplo prototípico de costos indirectos los costos generados a la industria pesquera por culpa de vertidos tóxicos a un río. Abundando en el ejemplo sobre costos indirectos, pensemos en la polución interior generada dentro de una planta de producción. En la medida en que esta pueda generar efectos nocivos en la salud de los trabajadores o en el funcionamiento de las infraestructuras, la empresa estará soportando costos indirectos que no cuentan con un mercado o precio propio.

Dentro de la categoría de costos indirectos, aquellos que no son asumidos dentro de la estructura de producción, sino que son expulsados al resto de la sociedad u a otros agentes productivos, son conocidos como externalidades.

Definición 1 (*Externalidad*) - Una externalidad es un tipo de costo indirecto o externo que tiene como peculiaridad el importante matiz de que quien lo origina no asume ni compensa dicho costo indirecto con efectos a terceras personas no involucradas en la relación económica que los genera.

Siguiendo con el ejemplo anteriormente introducido, podemos deducir que los vertidos tóxicos volcados a una corriente de agua suponen una externalidad económica con impacto negativo, por ejemplo, en la industria pesquera.

Así pues, podemos clasificar las externalidades de forma genérica en tres grandes tipos:

- **Externalidades negativas:** son costos indirectos o externos generados por unos agentes económicos involucrados en una relación productiva que se imponen sobre otros agentes no involucrados a quienes no se compensa por dicho costo que nadie asume. Ejemplos: la contaminación de un río, los gases de efecto invernadero, etc.
- **Externalidades positivas:** son beneficios indirectos o externos generados por unos agentes económicos involucrados en una relación productiva de los que disfrutan

otros agentes no involucrados que no pagan por obtener dicho beneficio. Ejemplos: lucha contra el cambio climático, reforestación de los bosques, investigación científica, etc.

- **Externalidades de red:** se dice que un bien o servicio está sujeto a una externalidad de red cuando el valor de un bien para un agente económico es tanto mayor cuanto más numeroso sea el conjunto de agentes económicos que usan dicho bien. Ejemplos: sistemas de potabilización y depuración, sistemas de telecomunicaciones (telefonía, internet, etc.), redes ferroviarias o aeroportuarias, redes eléctricas.

La correcta valoración de las externalidades contribuye a una mejor estimación de los costos y beneficios derivados de las mismas. De forma general, en el pensamiento y desarrollo económico posterior a la revolución industrial no se otorgaba ningún valor a las externalidades, de tal forma que al contemplar solo beneficios (de contaminar, por ejemplo) se ha derivado en una sobreproducción de productos contaminantes y sobreexplotación de recursos naturales. Una adecuada valoración de los costos externos que suponen las externalidades medioambientales supondría una alineación de los incentivos económicos que reducirían las cantidades de contaminantes a la par que introducirían un costo medible que distribuir de forma más justa en la sociedad.

3.1 MARCO TEÓRICO

3.1.1 Teoría del valor

El Valor Económico Total (VET) de un bien o servicio medioambiental es un concepto abierto a la inclusión de diversos componentes que añadan valor. Dichos componentes pueden distinguirse por su facilidad o dificultad de medición y/o lo tangibles o intangibles que son tales componentes.

Podemos clasificar el Valor Económico Total de un bien o servicio medioambiental según el valor de uso (directo e indirecto) o el valor de no uso (existencia y legado) de dicho bien o servicio (ver Tabla 1). Dichos componentes resultarán de vital importancia en el diseño del estudio de valuación económica de externalidades ambientales, puesto que distintas metodologías serán más apropiadas para distintos componentes.

Tabla 1: Descomposición del Valor Económico Total de un bien o servicio medioambiental.

VALOR ECONÓMICO TOTAL (VET)	
VALOR DE USO	VALOR DE NO USO
USO DIRECTO	VALOR DE EXISTENCIA
USO INDIRECTO	VALOR DE LEGADO

En relación con el *valor de uso*, entendemos por *valor de uso directo* de un bien o servicio medioambiental al valor asociado al consumo directo de dicho bien, de forma excluyente y rival, al estilo de cualquier bien típico de consumo en un mercado competitivo. Ejemplos paradigmáticos de este tipo de valor pueden ser los valores otorgados al consumo de materias primas como el petróleo, la madera, etc. De forma análoga, entendemos por valor de uso indirecto a todos aquellos beneficios o costos que trascienden al uso individual y se extienden por toda la sociedad. El *valor de uso indirecto* está más asociado a bienes con un menor grado de exclusión y/o rivalidad, lo que suele estar relacionados con bienes públicos o provistos por el sector público. Ejemplos de bienes con valor de uso indirecto pueden ir desde el valor de la sombra que nos ofrece un árbol en un parque a los sistemas de depuración de aguas o la protección contra la erosión de las tierras que pueden prevenir de efectos negativos como inundaciones.

El *valor de no uso* de un cierto bien o servicio medioambiental guarda relación con el valor que podemos otorgarle aunque nunca usemos dicho bien. Lo podemos descomponer en el valor de existencia, por un lado, y el valor de legado, por otro. El *valor de existencia* es aquel atribuido a la mera presencia de dicho bien en el planeta, incluso si nunca se usa ni consume ni en el presente ni en el futuro, e incluso si no se recibe ningún tipo de beneficio directo o indirecto del mismo. Unos ejemplos a modo de ilustración pueden ser la protección de la Gran Barrera de Coral, de ciertas especies en peligro de extinción, o de la Selva Amazónica. El *valor de legado* es aquel asociado a dejar un bien o servicio, y sus beneficios asociados, a las generaciones futuras. Las razones por las que legar este bien pueden ser por razón de parentesco, o mero altruismo. Ejemplos pueden ser la protección de ciertos espacios protegidos, o en general, la conservación del planeta.

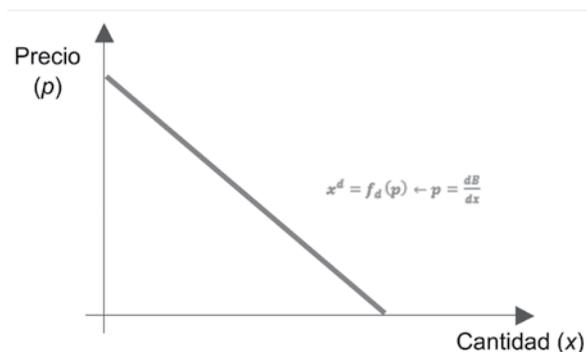
3.1.2 Teoría microeconómica del bienestar

La puesta en práctica de las metodologías de valuación requiere un conocimiento preliminar de la teoría microeconómica del bienestar, la cual ilustra los principales efectos de las externalidades sobre los elementos de un mercado y sobre el bienestar, tanto de consumidores como de productores. Independientemente de las particularidades de cada mercado en relación con su grado de competencia, la teoría económica se basa en el cumplimiento de varios supuestos relacionados referentes el número de consumidores, número de productores, el poder de mercado, la existencia o no de barreras a la entrada o salida del mercado, o incluso la misma existencia de mercados.

La violación o no cumplimiento de estos últimos supuestos genera fallos de mercado que en el ámbito medioambiental supone una situación bastante común, ya que encontramos bienes o servicios medioambientales sin un mercado creado o sin un mercado claramente definido. En la medida en que esto ocurre, la valoración de bienes y servicios medioambientales se dificulta enormemente, siendo necesaria la aplicación de ciertas técnicas de estimación que requieren un cierto conocimiento de la teoría microeconómica. A este respecto el funcionamiento de los mercados, y el significado y procedencia de las curvas de oferta y demanda resultan de vital importancia.

Desde el lado de la demanda, la teoría microeconómica describe un conjunto de consumidores que típicamente tienen un presupuesto limitado y cuentan con unas preferencias sobre los bienes que existen en el mercado, por lo cual se enfrentan a un problema de elección óptima de cantidades de bienes a consumir. Simplificando el análisis a un contexto en el que únicamente existe un bien o servicio medioambiental que cuente con un mercado definido, los consumidores maximizarían su utilidad (es decir, su grado de satisfacción) entre dos alternativas de consumo: por un lado el bien o servicio medioambiental y por otro el conjunto de todos los demás bienes¹.

Ilustración 1: Curva de demanda de un bien o servicio medioambiental, x , con mercado definido que asigna un precio p al bien o servicio medioambiental.



Como puede observarse en la Ilustración 1 la curva de demanda de dicho bien indica el beneficio o utilidad marginal que los consumidores obtienen del consumo, por un lado, y por otro indica el valor monetario representado por el precio que estaría dispuesto a pagar por cada una de las unidades del bien. Así pues, la curva de demanda relaciona de forma inversa la cantidad y el precio que los consumidores están dispuestos a pagar, obteniendo así una curva de demanda decreciente: cuanto más se consume del bien, menos se valora y por tanto menos se está dispuesto a pagar por él, mientras que cuando el bien escasea

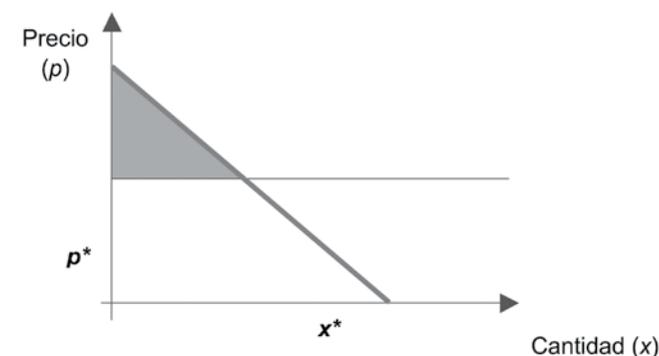
¹ Para ampliar conocimientos sobre estos detalles microeconómicos, ver (Segura, 1988).

el consumidor está dispuesto a pagar más porque la valoración del mismo es superior. Si se observa que el mercado está asignando cierto precio a dicho bien o servicio, podemos hablar de la satisfacción del consumidor que vendría representada por lo que se conoce como el excedente del consumidor.

Definición 1 (Excedente del Consumidor) - El excedente del consumidor (EC) es la diferencia entre el precio que el consumidor está dispuesto a pagar por cada unidad de bien consumido y el precio que efectivamente está pagando por dicho consumo.

La Ilustración 2 muestra cómo el excedente del consumidor se relaciona con el área sombreada que está por debajo de la curva de demanda y por encima del precio de mercado del bien o servicio, para cada unidad consumida de dicho bien. En la medida en que ciertas técnicas de valoración de los bienes y servicios ambientales se basan en la noción de disponibilidad a pagar, este concepto resultará de vital importancia de aquí en adelante.

Ilustración 2: Excedente del Consumidor (EC) –área sombreada en rojo– asociado al consumo de un bien o servicio medioambiental (x).



El cálculo del excedente del consumidor no es directo, y requeriría de la estimación de la función de demanda de dicho mercado y la observación del precio. Cuando se pretenda evaluar el efecto de un cambio en el mercado que conlleva, por ejemplo, una subida de precios debido a que éste ahora refleja los costos de la degradación medioambiental, el objetivo del análisis se centrará en los efectos sobre el bienestar de los consumidores, es decir, en calcular las variaciones del excedente del consumidor en dicho mercado. A este respecto, desde la teoría económica se han generado dos conceptos que sirven para acotar y aproximar el valor de la variación del excedente del consumidor, conocidos como la variación compensada y la variación equivalente.

Definición 2 (Variación Compensada) - La variación compensada (VC) hace referencia a aquella cantidad que, tras haber sufrido el consumidor un aumento de precios, dicho consumidor estaría dispuesto a recibir como compensación por sufrir la subida de precios para mantener el nivel de satisfacción y bienestar anterior a dicha subida de precios.

Definición 3 (Variación Equivalente) - La variación equivalente (VE) hace referencia a la cantidad que el consumidor estaría dispuesto a pagar para evitar que la subida de precios se lleve a cabo, de tal forma que su bienestar sea equivalente al bienestar final que tendría tras la subida de precios.

Como se verá en posteriores secciones, estos conceptos jugarán un papel fundamental a la hora de entender el potencial y las limitaciones de algunos de los métodos aquí expuestos. Ambos conceptos aproximan el valor de la variación del excedente del consumidor, y suponen una cota inferior y superior al verdadero valor, ya que desde la teoría económica sabemos que el excedente del consumidor, cuando sube el precio, cumple que:

Expresión 1

$$VE < EC < VC \leftrightarrow \Delta p > 0 \quad (1)$$

En relación con el lado de la oferta y de la producción, el significado y origen de la curva de oferta resulta igualmente relevante de cara a analizar variaciones o impactos en el bienestar total de los agentes como consecuencia de las externalidades ambientales. De este modo, una empresa en cualquier mercado trata de maximizar sus beneficios, que podemos representar de acuerdo a:

Expresión 2

$$\pi(x) = I(x) - C(x) \quad (2)$$

La regla que debe seguir por tanto cualquier empresa en cualquier tipo de mercado para maximizar sus beneficios ha de consistir en producir hasta la cantidad x^* en que el ingreso procedente de producir una unidad más (ingreso marginal) sea igual al costo de producirla (costo marginal), esto es:

Expresión 3

$$x^* : \frac{dI}{dx} = \frac{dC}{dx} \quad (3)$$

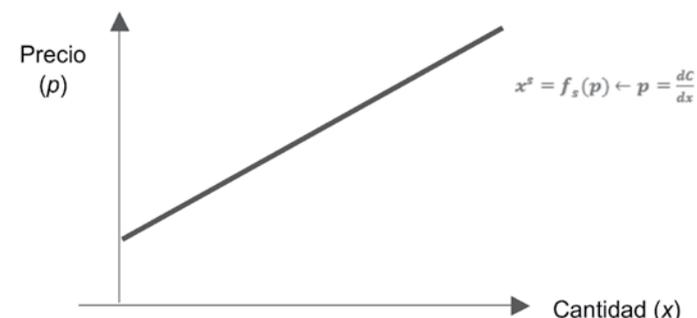
Centrando el análisis en los mercados que funcionan de acuerdo a la situación de competencia perfecta, y dado que en dichos mercados por definición el ingreso marginal es igual al precio del mercado, entonces tenemos que la empresa debe ofrecer su producto de acuerdo a la regla:

Expresión 4

$$p = \frac{dC}{dx} \quad (4)$$

La Expresión 4 define la curva de oferta de una empresa en un mercado competitivo, que se suele expresar como una función $x^s = f_s(p)x^s$, donde la función f_s es la función inversa de los costos marginales de la empresa.

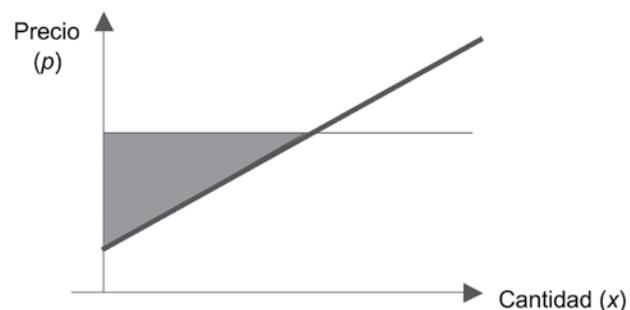
Ilustración 3: Curva de oferta, $x^s = f_s(p)x^s$, de un bien o servicio medioambiental, x , con mercado definido que asigna un precio p al bien o servicio medioambiental.



Típicamente, dado que las tecnologías presentan rendimientos decrecientes, se observa que la curva de oferta de un bien relaciona positivamente la cantidad ofertada y su precio (ver Ilustración 3). Esto es lo que comúnmente se conoce como ley de la oferta. A nivel de análisis de bienestar por el lado de la oferta, el excedente del productor es igualmente una medida adecuada del impacto en términos de bienestar de cualquier cambio en la situación del mercado.

Definición 4 (Excedente del Productor) – Se denomina Excedente del Productor (EP) a la diferencia entre el precio al que efectivamente vende su producto una empresa y al precio al que estaría dispuesto a vender cada una de las unidades producidas y vendidas en el mercado

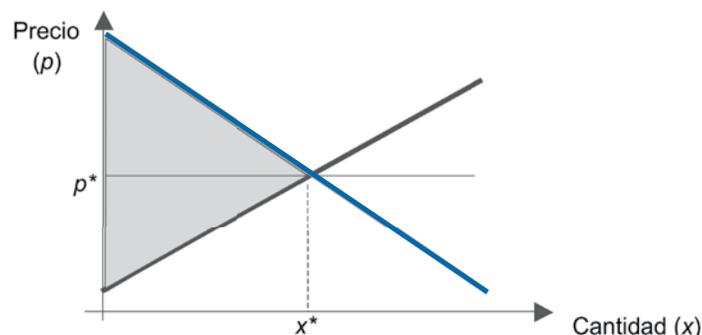
Ilustración 4: Excedente del Productor (EP) –área sombreada en azul– asociado a la producción de un bien o servicio medioambiental.



Como se observa en la Ilustración 4, el excedente del productor viene expresado por el área sombreada por debajo del precio del mercado y por encima de la curva de oferta. Este concepto está íntimamente relacionado con los beneficios de la empresa, si bien no siempre coincide exactamente con los mismos, ya que esto depende de las consideraciones que hagamos sobre el corto o el largo plazo y la existencia o no de costos fijos.

Por tanto, el análisis conjunto de la oferta y la demanda permite realizar una evaluación del bienestar social asociado a cierto bien o servicio medioambiental, computando el excedente total, es decir, la suma de los excedentes de los consumidores y de los productores. Se puede observar como en una situación de equilibrio (ver Ilustración 5) el mercado alcanza la máxima eficiencia y niveles óptimos de precios y cantidades consumidas desde el punto de vista del bienestar, ya que no existe otra situación posible en el mercado que conlleve un excedente total mayor (área sombreada en la Ilustración 5).

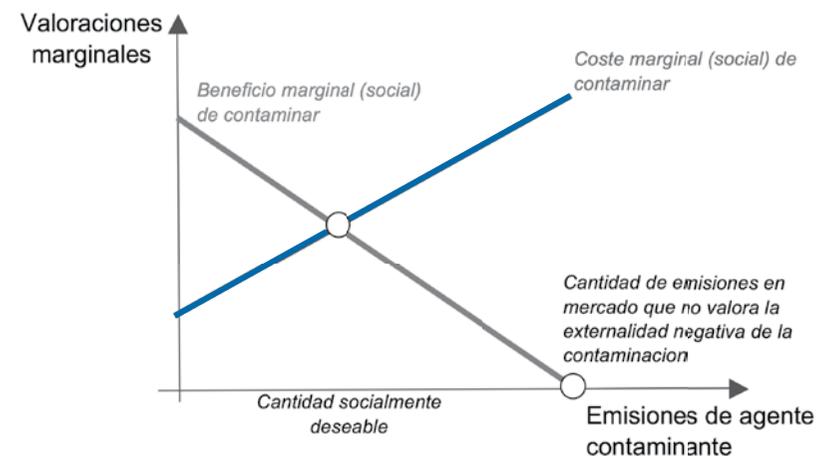
Ilustración 5: Equilibrio en un mercado competitivo, donde el excedente total (área sombreada) alcanza su máximo nivel, por tanto llevando a la economía al máximo nivel de bienestar.



Pensemos ahora en una situación de mercado en la que cierto agente contaminante –digamos, de un río– es la sustancia causante de la externalidad negativa, en este caso, asociada a la producción textil. Aquellos que se benefician del “consumo” de ese agente contaminante serían los productores y vendedores de bienes y servicios asociados a la industria textil, mientras los que soportan el costo de esa “producción” del agente contaminante sería toda la sociedad en su conjunto (si el efecto del contaminante fuera global), o los integrantes de la sociedad que lo sufran (pescadores y consumidores de pescado de ese río en particular).

El problema económico que surge al considerar estas situaciones con un hipotético mercado definido puede observarse claramente en la Ilustración 6. El beneficio marginal de contaminar se asemeja a la demanda de emisiones contaminantes. En el caso en el que los efectos adversos de la contaminación tradicionalmente no sean valorados económicamente, las empresas que se benefician de contaminar emitirán una cantidad del agente hasta el punto donde la valoración del beneficio marginal de contaminar sea igual a cero. Sin embargo, la correcta valoración de los costos sociales que conlleva una externalidad negativa, desde un punto de vista teórico, tendría una deseable consecuencia ya que introduciría los incentivos económicos para que el propio mercado reduzca la cantidad de emisiones, alcanzando así la cantidad socialmente deseable en la intersección de los beneficios y costos marginales de contaminar. Además, se observa que el excedente total tras valorar adecuadamente las externalidades (negativas en nuestra ilustración) aumenta con respecto a una situación de mercado en la que no se valora económicamente la externalidad negativa.

Ilustración 6: Ilustración del Fallo de Mercado asociado a la emisión de cierto agente contaminante.



Todas estas consideraciones teóricas aportan un marco de análisis general de cara a la mejor comprensión de las herramientas de valuación económica, arrojando además suficientes evidencias sobre la pertinencia de estudios encaminados a este objetivo.

3.2 UTILIDAD DE LA VALUACIÓN DE EXTERNALIDADES AMBIENTALES

La valuación económica en relación con el medio ambiente es una herramienta que permite cuantificar en términos monetarios los bienes y servicios medioambientales, independientemente de si existe o no una valoración de mercado sobre los mismos. Dado que este tipo de análisis ha permanecido tradicionalmente en un segundo plano respecto a otras prácticas, como por ejemplo el estudio de impacto ambiental, resulta apropiado plantearse por qué puede ser útil y pertinente llevar a cabo una monetización de las externalidades ambientales, así como las distintas utilidades a las que pueda servir.

La primera y más evidente consideración sobre la justificación de estas técnicas gira en torno a la idea ya introducida de que este proceso ayuda a evidenciar todos los beneficios y costos reales asociados con proyectos de inversión o actividades económicas con potenciales impactos ambientales. De este modo, la valuación económica de externalidades arroja un importante marco de comparabilidad con otros costos tradicionalmente incorporados en los marcos de decisión económica. Como apuntan (Hanley, et al., 2006) estos procesos de valuación aportan evidencias útiles para adoptar medidas que preserven el medio ambiente y los recursos naturales ya que cuantifica el valor de ciertos bienes y servicios medioambientales no considerados por los agentes que operan en los mercados tradicionales.

Otros sectores de la literatura económica (Pearce, 2001) apuntan a razones adicionales respecto de los recursos naturales no renovables, argumentando que su cuantificación reduce las posibilidades de seguir sobre-explotándolos, ya que introduce los incentivos económicos adecuados para mermar dicha sobre-explotación. Asimismo, (Nunes & van der Bergh, 2001) exponen que asignar valores económicos al medio ambiente permite la comparación con otras alternativas, y facilitan el análisis costo-beneficio para la evaluación de proyectos públicos o privados.

Otras consecuencias positivas de la mera valuación son el aumento de la conciencia sobre la preservación y cuidado del medio ambiente, dado que la traducción de los activos ambientales en términos monetarios contribuye a dimensionarlos en relación a otros bienes y servicios. Además, constituye uno de los elementos básicos para el desarrollo de mecanismos financieros medioambientales y al diseño de sistemas de seguros medioambientales que contribuyan a la canalización más eficiente de recursos financieros al servicio del medio ambiente. Igualmente, la valoración del medio ambiente se sitúa en el centro de interesantes debates en torno a la mejora de los sistemas de contabilidad nacional de los países mediante, por ejemplo, la denominada contabilidad nacional medioambiental.

Por último, es importante destacar que la mayoría de decisiones de políticas públicas e inversión están sujetas a restricciones de recursos económicos que requieren una prio-

rización en la conservación de activos medioambientales y la provisión de otros bienes y servicios. A este respecto, es necesario conocer las alternativas disponibles para resolver problemas de asignación de la manera más eficiente posible desde un punto social, económico y de equidad. De cara a la consecución de dicho objetivo es igualmente necesario conocer el grado de credibilidad de las valuaciones económicas a nuestro alcance, así como el costo del proceso necesario para obtener el valor monetario de las externalidades ambientales para poder así evaluar la utilidad real del proceso de valuación.

3.3 ETAPAS DEL PROCESO DE VALUACIÓN

El proceso de valuación de externalidades puede clasificarse en tres fases fundamentales, las cuales son sucintamente descritas a continuación de cara a la sistematización del proceso y su posicionamiento dentro de la vida de un proyecto:

Fase de preparación

- **Identificación de los objetivos de la valuación.** En esta etapa será necesario delimitar el objetivo de la valuación, el cual puede enmarcarse en un análisis de costo-beneficio de cara al estudio de viabilidad de un proyecto, u otros fines como puedan ser la promoción de fines conservacionistas o la contribución al diseño de políticas públicas.
- **Definición del ámbito de actuación.** El ámbito de actuación vendrá definido por la naturaleza del proyecto y en esta fase deberá decidirse si el estudio abarcará todos los posibles aspectos a valorar o una muestra representativa de cara a su cálculo.
- **Identificación de los bienes y servicios medioambientales.** Si bien suele ser habitual que el investigador conozca de antemano los aspectos que pretende valorar económicamente, la práctica demuestra que su delimitación no es una tarea fácil, dado que las relaciones ambientales mantienen múltiples lazos de interconexión entre distintos bienes, servicios y valores. Por ejemplo, las cadenas tróficas complejas o la valoración de ecosistemas puede suponer importantes dificultades en este sentido.

Fase de valoración económica

- **Identificación de los agentes económicos involucrados.** En la medida en que el proyecto aborde externalidades ambientales, deberá identificarse a priori los agentes sociales y económicos que potencialmente se vean involucrados, tanto en el rol de generadores de la externalidad, como receptores de la misma, así como administraciones con relevantes.
- **Priorización y caracterización de los bienes y servicios medioambientales implicados.** Con carácter previo a su identificación deberá llevarse a cabo una priorización de aquellos bienes y servicios que por su importancia económica a priori y su costo de valuación sean más susceptibles de ser incluidos en el estudio.

- Identificación de los tipos de valor. Dado que no todos los bienes y servicios albergan los mismos tipos de valor y dado que no todas las metodologías recogen estas distintas facetas, también deberá llevarse a cabo una priorización de los valores a capturar para cada uno de los bienes y servicios ambientales del estudio.
- Elección y aplicación de/los método/s de valuación. En base a la información anterior, el investigador deberá aplicar las metodologías más apropiadas dentro del menú de posibilidades que este documento ofrece.

Fase de post-valoración económica

- Aplicación del valor económico en la toma de decisiones. Dependiendo de los objetivos del proyecto, dichas decisiones se enmarcarán en un análisis de viabilidad de un proyecto de inversión, el diseño de una política pública o acuerdo privado que permita la internalización de las externalidades o simplemente la contribución a una mayor transparencia en cuanto a la importancia de los valores conservacionistas.
- Análisis de las aportaciones conseguidas con la valuación para la solución del problema medioambiental y económico. Por último, deberá llevarse a cabo una evaluación del aporte de la evaluación económica a los fines planteados.

3.4 INTRODUCCIÓN A LOS MÉTODOS DE VALUACIÓN

Existe una amplitud de métodos para la valuación de externalidades, de entre los cuales se han seleccionado aquellos que cuentan con un mayor grado de utilización y respaldo dentro de la literatura económica y que potencialmente puedan servir de manera más eficiente a los objetivos del INTI.

Los métodos de valuación de externalidades ambientales pueden clasificarse de formas diversas, ya sea por la distinción entre preferencias reveladas u otros criterios o enfoques metodológicos. En este documento se han clasificado los métodos de valuación de externalidades medioambientales según sea la forma en la que se obtiene la estimación sobre las valoraciones económicas objeto de análisis. Así, los principales enfoques pueden dividirse entre:

- **Métodos directos:** aquellos en los que se obtiene una estimación a partir de información procedente de los propios mercados de los bienes y servicios a valorar, o de los agentes que los disfrutan directamente. Los métodos incluidos en esta categoría son:
 - Valoración contingente
 - Precios de mercado
 - Transferencia-beneficio

- **Métodos indirectos:** aquellos en los que ha de hacerse uso de otras variables o mercados alternativos para construir una estimación del valor de la externalidad. Los métodos incluidos en esta categoría son:

- Costo de viaje
- Precios hedónicos
- Dosis-respuesta

En las siguientes dos secciones se presentan los métodos directos e indirectos señalados anteriormente, siguiendo el mismo orden.

4. MÉTODOS DIRECTOS

4.1 VALORACIÓN CONTINGENTE

Este método trata de averiguar, a través de la encuesta directa, la valoración que otorgan las personas a un determinado bien o servicio ambiental, o los cambios en su bienestar como consecuencia de la modificación de dichos bienes y servicios. A través de técnicas de consulta social se puede obtener una estimación de la "disponibilidad a pagar" por dichos bienes y servicios, los cuales no cuentan con un mercado definido ni un precio explícito. Esta metodología permite valorar monetariamente tanto el valor total de los bienes y servicios, como el impacto en términos monetarios de posibles impactos ambientales, bien sea a través de la cantidad a desembolsar por proteger el medio ambiente, o la cantidad dispuesta a aceptar como compensación por el impacto.

Se trata de una de las técnicas más comúnmente empleadas en la literatura económica, especialmente respecto a la valoración de espacios naturales, áreas protegidas o parques con un alto valor recreativo, aunque es susceptible de aplicación a otros objetos (provisión de agua, valoración de especies, etc.). Una de sus características distintivas es que sirve para capturar valores tanto de uso, como de no uso, siendo además susceptible de emplearse como técnica de valuación ex ante, es decir con carácter previo a posibles impactos económicos.

La aplicación de esta metodología conlleva la adopción de ciertos supuestos de partida que:

- En primer lugar debemos asumir que los consumidores (individuos encuestados) maximizan su utilidad (satisfacción) teniendo en cuenta sus restricciones presupuestarias
- Para que la metodología sea válida habrá que asumir que los individuos encuestados se comportan de igual manera en mercados ficticios, tal y como se propone en la encuesta, como en mercados reales
- Por último, ha de suponerse que el individuo posee plena información sobre las características y beneficios del bien y servicio medioambiental, así como de los efectos adversos de las externalidades, lo cual dependerá en cierta medida del diseño de la metodología

Para la aplicación de esta metodología es necesario llevar a cabo los siguientes pasos:

I. Definir con exactitud el objeto de valuación. Es importante delimitar tanto el bien o servicio ambiental en términos geográficos o espaciales (e.g. un ecosistema, un parque, un río, etc.) como respecto a los distintos usos o valores que alberga (uso

recreativo, paisajístico, valor de existencia, explotación económica, etc.).

II. Definir la población relevante a ser encuestada. En este caso deberá incluirse las poblaciones que directamente se benefician de los bienes y servicios ambientales en cuestión, tanto por su valor de uso como de no uso. De este modo podrán entrevistarse a visitantes de la zona o ecosistema objeto de estudio en ese mismo lugar (durante la visita), o en sus zonas de origen. En caso de querer capturarse el valor de no uso, la encuesta deberá dirigirse a la población que potencialmente valore el bien o servicio por su mera existencia.

III. Establecer los elementos de simulación de mercado. El proceso de consulta a la población objetivo ha de llevarse a cabo a través de un ejercicio simulado en el que se propone un "mercado ficticio" en el que las personas encuestadas han de expresar su disponibilidad a pagar por ciertos bienes y servicios medioambientales. Uno de los elementos fundamentales de este mercado simulado el vehículo de pago (un incremento impositivo, una tasa ambiental, un boleto de entrada a un parque, una multa, etc.) que deberá estar ajustado y proporcionado al caso concreto).

IV. Elegir la modalidad de entrevista. La consulta puede realizarse a través de distintos formatos, tales como la entrevista personal, la encuesta electrónica o por teléfono. Ha de tenerse en cuenta que cada una de ellas implica distintas fortalezas y debilidades metodológicas. De este modo en las entrevistas presenciales, resulta habitual que los entrevistados arrojen respuestas más favorables que bajo el anonimato de una encuesta por correo, mientras que en éstas el riesgo de no respuesta se presenta mucho mayor a priori.

V. Seleccionar la muestra. El muestreo de hacerse siguiendo métodos estratificados y aleatorios, teniendo en cuenta que ante una mayor heterogeneidad de la población objetivo (diversos niveles de renta, medios de vida, características demográficas, etc.) la muestra deberá ser mayor.

VI. Elaborar el cuestionario. Se trata del elemento fundamental de la metodología. En dicha cuestionario habrá de incluirse tres tipos distintos de preguntas o informaciones:

a. Descripción del escenario. En primer lugar deberá incluirse una sección informativa en la que por una parte se presenta al encuestado el bien o servicio ambiental a valorar con todas aquellas características y usos que el estudio pretende capturar, los cuales pueden ser conocidos o no por el entrevistado. Además se ha de plantear el escenario hipotético en el que se le pide al encuestado que exprese su disponibilidad (i.e. indicándole que el gobierno está considerando la opción de invertir en una serie de medidas de protección que han de ser financiadas con dinero público).

b. Pregunta de disponibilidad a pagar. La metodología más comúnmente empleada para esta pregunta consiste en la realización de una pregunta dicotómica del estilo: "sabiendo la información anteriormente aportada (descripción del escenario", "¿estaría usted dispuesto a pagar la cantidad X por este bien/servicio medioambiental?". Con posterioridad se pregunta por la cantidad máxima a pagar por parte del individuo, y si esta es 0 habrá de recogerse la razón. La cantidad ofrecida en la primera pregunta será variable, ofreciéndose distintas cantidades a distintas personas de la muestra, por lo que estos rangos y el número de personas a los que se ofrecerá deberá determinarse con carácter previo a la encuesta. Es importante recordar en el cuestionario que el entrevistado debe responder de acuerdo a sus ingresos y renta disponible reales.

c. Características socioeconómicas. Por último han de incluirse una serie de preguntas que recojan las principales características de la persona encuestada, respecto a ciertos elementos que pueden influir en la disponibilidad a pagar. Aquí habrán de incluirse aspectos tales como los ingresos medios, el sexo, la edad, el lugar de procedencia, nivel de estudios, familiaridad con aspectos ambientales y demás variables que puedan tener en efecto en el grado de respuesta.

VII. Llevar a cabo la encuesta y pre-encuesta. Con carácter previo a la ejecución de la encuesta principal se puede llevar a cabo una pre-encuesta (usando entorno a un 10% de la muestra total) que permita testar la metodología, así como los rangos de respuesta anteriormente mencionados. Si no se obtienen respuestas positivas para cierto rango de valores, entonces habrá que rediseñarlos. En esta fase deberán identificarse los posibles sesgos en los que la metodología podría estar incurriendo y aportar las correcciones necesarias al cuestionario y sus distintos elementos. Otras consideraciones a tener en cuenta durante la ejecución de la encuesta es la necesidad de alcanzar un nivel satisfactorio de respuesta, el cual deberá rondar el 70% de la muestra total escogida. Es importante destacar igualmente que las "respuestas protesta", no han de considerarse dentro del análisis.

Las "respuestas protesta" son aquellas en las que el entrevistado revela una disponibilidad a pagar igual a 0 como manifestación de su desacuerdo con la metodología o como rechazo ante la idea de tener que pagar una cantidad por algo que considera gratuito. En estos casos no se ha de considerar que el individuo no valore el bien o servicio medioambiental en cuestión sino que no está dispuesto a colaborar en la consulta propuesta, y por tanto habrán de obviarse tales datos.

VIII. Explotar estadísticamente los datos. El análisis de datos deberá llevarse a cabo a través de un análisis de regresión estadística de la siguiente forma funcional.

Expresión 5

$$Y = \alpha + \beta X + \epsilon \quad (5)$$

donde,

Y: variable dicotómica de disponibilidad a pagar.

X: rango de pago.

α : término constante.

β : coeficiente.

ϵ : error del modelo.

Al tratarse de una variable dependiente dicotómica, el uso de modelos de estimación estadística como Logit y Probit resultará óptimo, dado que en este escenario el uso de métodos de regresión lineal no aportaría estimaciones adecuadas. Estos modelos permiten estimar los elementos explicativos de una variable binaria a través de una función de distribución de la normal en el caso del modelo Probit, y logística en el caso del Logit. Ha de tenerse en cuenta que si bien el signo de los parámetros obtenidos a través de esta técnica aporta información sobre la relación entre variables, la magnitud de los mismos no puede interpretarse de manera directa, como ocurre en caso de los modelos lineales.

Una vez estimados los parámetros del modelo con el software estadístico apropiado puede calcularse la disponibilidad media a pagar a través de la siguiente fórmula:

Expresión 6

$$DAP = - \frac{\alpha}{\beta} \quad (6)$$

Agregando para el total de la población objetivo se obtiene el valor económico total del bien o servicio medioambiental en cuestión, medido a través de la disponibilidad total a pagar. Dado que se trata de una estimación estadística a través de una muestra poblacional, es recomendable expresar los resultados en términos de un intervalo de confianza, el cual se obtiene de la siguiente manera:

Expresión 7

$$DAP \pm z \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (7)$$

donde,

z: nivel de confianza obtenido a través de la función de probabilidad.

σ : desviación típica.

n: tamaño de la muestra.

De cara a la caracterización de los elementos influyentes en la disponibilidad a pagar por el bien o servicio medioambiental, el modelo econométrico puede ampliarse a través de la inclusión de regresores o variables dependientes adicionales.

Expresión 8

$$Y = \alpha + \beta X + \bar{\Theta}Z + \epsilon \quad (8)$$

donde, \bar{Z} un vector de variables socioeconómicas y $\bar{\theta}$ el correspondiente vector de coeficientes estimados por el modelo.

Estas variables adicionales se obtendrán a partir de la información socioeconómica recabada en la encuesta, la cual arrojará información valiosa sobre las tendencias que determinan la disponibilidad a pagar y por tanto para el diseño de posibles medidas de mitigación o conservación ambiental.

IX. Presentar e interpretar los datos obtenidos. En esta fase habrá de tenerse en cuenta que esta metodología está expuesta a múltiples posibles sesgos dependiendo del diseño de la encuesta y otros factores. Los sesgos se producen por la posibilidad que la respuesta ofrecida por el entrevistado no refleje la verdadera valoración del bien o servicio medioambiental, lo cual puede mitigarse a través del uso de una pre-encuesta para identificar posibles debilidades metodológicas. Los principales posibles sesgos son los siguientes:

- Problemas de tiempo: la cercanía en el tiempo del fenómeno que se pretende valorar puede influir en la respuesta.
- Sesgo de punto de partida o anclaje: consiste en la influencia que pueden ejercer los rangos ofrecidos por el entrevistador.
- Sesgo de vehículo: ocurre cuando los entrevistados aportan respuestas sistemáticamente diferentes según el tipo de pago propuesto (impuesto, precio de entrada, etc.).
- Sesgo de información: ocurre cuando el entrevistado da una respuesta negativa o de desinterés por no estar enterado de la calidad ambiental o los beneficios del bien o servicio.
- Sesgo del entrevistador: ocurre cuando el entrevistado pretende plasmar una imagen solidaria ante el entrevistador, revelando una mayor disponibilidad a pagar.
- Sesgo de orden: en el caso en el que se valoran varios bienes ambientales o varios atributos de un mismo bien, sistemáticamente aportando mayores cantidades a los primeros de la lista.
- Sesgo de hipótesis: falta de credibilidad del escenario propuesto.
- Sesgo no instrumental o estratégico: ocurre cuando el entrevistado percibe que su respuesta sería decisoria para la implementación de la medida.

CASO PRÁCTICO – VALORACIÓN CONTINGENTE

EL VALOR DE USO RECREATIVO DE ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS: APLICACIÓN DEL MÉTODO DE VALORACIÓN CONTINGENTE AL PARQUE NATURAL DE L'ALBUFERA (SAZ & SUÁREZ, 1998)

La zona objeto de estudio, con una extensión de 21.000 ha, se sitúa al sur del área urbana de Valencia y se extiende a lo largo del litoral marítimo hasta el faro de la ciudad de Cullera. La problemática medioambiental del parque es el resultado de toda una serie de procesos que han dado lugar a graves conflictos territoriales como son, entre otros, la expansión de los cultivos agrícolas a costa de la reducción del lago, el desarrollo urbanístico e industrial y la expansión turística en la zona del litoral y la construcción de infraestructuras. Todos estos procesos han provocado una degradación del medio natural que se constata por la reducción de la diversidad piscícola del lago, la menor presencia de anfibios e invertebrados, la seria amenaza que corren las poblaciones orníticas, la vegetación autóctona y por la transformación del paisaje tradicional, sobre todo en la franja litoral. El objeto del estudio es determinar el valor de uso recreativo que para los visitantes tiene dicha zona. El proceso de encuesta se inició con una encuesta piloto a 26 usuarios junto con una serie de grupos focales para testar el cuestionario inicial, el cual no sufrió grandes cambios tras el proceso. En la simulación del mercado, se eligió como vehículo de pago una entrada al parque que debía reflejar la satisfacción que el visitante había obtenido de la visita realizada. Otras alternativas serían el pago de un impuesto o la donación voluntaria a un fondo.

Los resultados obtenidos para la DAP resultan de aplicar la fórmula en la Expresión 6 donde α y β son, respectivamente, los coeficientes estimados para la constante y la variable precio de salida en el correspondiente modelo probit-logit. Puesto que α y β toman los valores 1,8673 y -0,0024595, respectivamente, entonces el valor estimado de la disposición media a pagar fue de 759 ptas por persona, lo que multiplicado por el número total de visitantes a la zona en un año, arrojaría en valor económico total anual.

Esta forma de proceder y el planteamiento de la cuestión de disponibilidad a pagar, a través de una pregunta dicotómica y una pregunta abierta, no son el único enfoque existente en la literatura. De este modo encontramos las siguientes variantes de la metodología de valoración contingente:

- Formato abierto puro. Consiste en preguntar directamente sobre cuánto estaría dispuesto a pagar por el bien ambiental o por su protección, del modo: "Cuánto estaría usted dispuesto a pagar por tener acceso a _____". Este enfoque aporta mayor sencillez de análisis pero arroja posibles sesgos, puesto que el público en general puede no tener noción inicial del valor de los bienes ambientales objeto de estudio.
- Formato referéndum puro o binario. Se propone al entrevistado si está dispuesto a pagar cierta cantidad o no. "Estaría usted dispuesto a pagar X por tener acceso

a _____". Este enfoque supera el problema del sesgo de respuesta cero y de anclaje, pero requiere una muestra mayor y conocimiento previo sobre los rangos a ofrecer.

- Modalidad de subasta. En este caso la pregunta de carácter binario se complementa nuevos rangos de pago hasta llegar a la máxima disponibilidad a pagar. "¿Estaría usted dispuesto a pagar 50 por tener a acceso al servicio medioambiental X?" En caso afirmativo: ¿pagaría usted 100? En caso negativo: ¿pagaría usted 10?
- Tarjeta de pagos. Se ofrece al entrevistado un menú de distintas opciones de pago. "¿Cuál de las siguientes cantidades estaría usted dispuesto pagar para la implementación de la política X? 10, b) 20, c) 30 d) 40... Etc."
- Modelos COJOINT. Se trata de un conjunto de enfoques en los que los elementos a valorar por parte del entrevistado son múltiples, lo cual aporta una nueva dimensión comparativa al análisis. Los modelos COJOINT aportan un escenario más acotado que el resto de enfoques, puesto que requiere una descripción más detallada. Suelen aportar estimadores con menor varianza y ayudan a eliminar muchos de los sesgos anteriormente descritos. Sin embargo su diseño implica mayores dificultades, mientras que el análisis econométrico también requiere técnicas más complejas como el uso de modelos logit ordenados. Dentro de esta modalidad existen distintos enfoques:
 - Calificación de opciones. Se presenta al entrevistado un conjunto de opciones que ha de calificarse en un rango pre-establecido (ej. del 1 al 10). Las calificaciones dependerán de las propuestas de políticas realizadas, los precios de dichas opciones y las características socioeconómicas del individuo.
 - Ordenamiento de opciones. El entrevistado ha de enumerar por orden de preferencia las opciones propuestas.
 - Comparación con "status quo". Se presentan las alternativas en comparación con la situación actual. El individuo ha de elegir entre las distintas alternativas y el *status quo*.

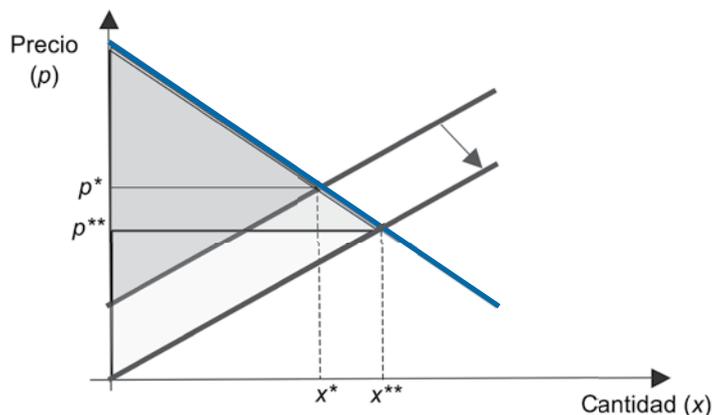
Las principales ventajas de esta metodología residen en su flexibilidad y aplicabilidad a multitud de posibles bienes y servicios ambientales, siendo una herramienta de medición susceptible de capturar tanto el valor económico total de los mismos como costos monetarios como consecuencias de posibles impactos. Los resultados obtenidos son fácilmente interpretables y existe una gran cantidad de referencias bibliográficas y estudios de caso en los que se emplea la metodología y que pueden servir de referencia al investigador. Igualmente puede utilizarse para la estimación de medidas compensatorias frente a externalidades negativas. En cuanto a las principales metodologías de este enfoque cabe destacar la alta propensión hacia los sesgos en la medición, dado que las respuestas dependerán del grado de honestidad e información de las personas entrevistadas. Además requiere una importante cantidad de recursos tanto económicos, humanos como en tiempo, así como sólidos conocimientos estadísticos de cara al tratamiento de los datos y los posibles sesgos.

4.2 PRECIOS DE MERCADO

En ocasiones, los distintos bienes y servicios medioambientales albergados o proporcionados por un espacio natural o ecosistema cuentan con mercados propios e información económica detallada sobre niveles de consumo y precio. Este sería el caso, por ejemplo, de las distintas mercaderías y servicios ofrecidos por un área forestal, tales como frutos, madera, leña, plantas medicinales, o incluso la captura de emisiones CO₂, las cuales cuentan con un precio internacional. En este caso, la observación directa u estimación de esta información proporcionaría de manera inmediata valores monetarios a incluir en el cómputo del valor económico de tales áreas o ecosistemas. Ello es posible en la medida en que el precio de mercado es la mejor medida del valor de los bienes y servicios, siempre y cuando dicho mercado no esté sometido a distorsiones (impuestos, subvenciones, cuotas, etc.), y sea lo suficientemente competitivo². Se trata de una metodología sencilla y directa a priori, en la medida en que simplemente requeriría la computación de los precios y cantidades de dichos bienes procedentes de la explotación de los recursos naturales. No obstante, ha de tenerse en cuenta que tal cómputo, sin la toma en consideración de las dinámicas de mercado ante posibles impactos ambientales puede dar lugar a valoraciones erróneas. Para evitarlo, los impactos ambientales y sus consecuencias económicas han de analizarse bajo un esquema de oferta y demanda, teniéndose en cuenta que la incidencia de una externalidad negativa no sólo reduce la cantidad disponible de un bien sino que, al desplazarse la curva de oferta del mismo, pueden producirse modificaciones en los precios de mercado. Ello, tal y como se ha explicado en el capítulo uno, puede arrojar mermas en el bienestar tanto de productores como de consumidores (excedente del productor y del consumidor), tal y como muestra la figura 8. La correcta aplicación de esta metodología requerirá, por tanto, la estimación de las curvas de oferta y demanda de cada uno de estos bienes y servicios, de cara a la correcta cuantificación de los impactos económicos.

Ilustración 7: Aumento del excedente total en un mercado debido a una mejora en la calidad ambiental.

² Por ejemplo, en situaciones monopolísticas el precio aportaría una dimensión sobreestimada del valor de los bienes y servicios



Dicho esto, con carácter previo habrá de llevarse a cabo una revisión de los potenciales servicios y bienes aportados por el área o ecosistema objeto de estudio entre los cuales, y a modo de ejemplo, podrán incluirse los siguientes:

- Valor de cosechas productos recolectados
- Ganado
- Caza y pesca
- Leña y madera
- Agua para consumo humano, riego etc.
- Actividades recreativas con mercado propio
- Servicios de regulación ecológica con mercado propio (e.g. captura de CO_2)
- Etc.

Si la información de precios y cantidades no es directamente observable o computable a través de bases de datos disponibles, en tal caso habrá que acudir a técnicas de investigación y encuestas que permitan realizar estimaciones de la función de demanda y de oferta de los mismos. Este caso es particularmente relevante para mercados poco transparentes e informales en el contexto de comunidades rurales o de países en vías de desarrollo en los que las dinámicas de mercado están sometidas a cambios más frecuentes y severos.

En otros casos, sin embargo, la información no sólo será poco transparente sino que además es frecuente la total inexistencia de mercados para tales mercaderías, siendo que responderán a un esquema de autoconsumo o incluso distribución gratuita. Este es el caso de aprovisionamientos tales como los frutos o la leña en las que los hogares se autoabastecen a través de la recolección directa. En tales casos existe la posibilidad de estimar el precio de mercado a través de técnicas alternativas:

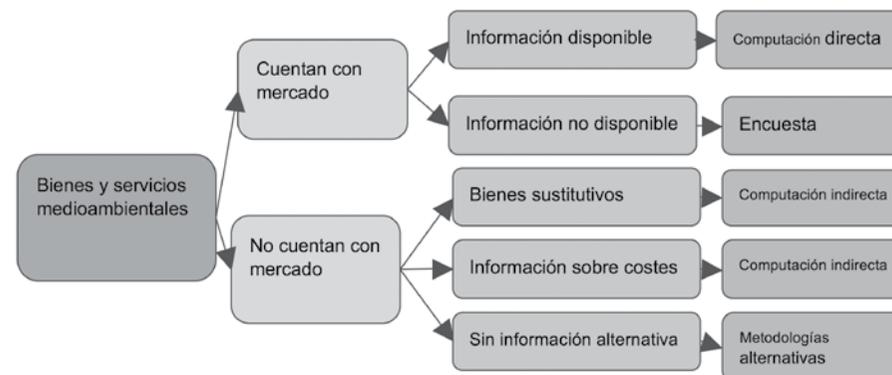
- **Mercados sustitutos.** Consiste en la búsqueda de bienes y servicios que guardan la misma utilidad y uso, así como un valor original a la mercadería que se está tra-

tando de valorar. Por ejemplo, si la recolección de hierbas medicinales no cuenta con un mercado propio, se puede computar como valor el precio de medicamentos básicos que ejerzan similares funciones. Del mismo modo, el precio del queroseno puede usarse como proxy de la leña dedicada al uso energético doméstico.

- **Precios de recolección y preparación.** Otra alternativa consiste en computar el valor de los bienes y servicios no mercadeables a través del costo laboral de su recolección por parte de los hogares, usando como precio del trabajo el salario/hora medio de la zona para labores similares.

Por último, ante la eventualidad que los precios y cantidades de un determinado bien sean observables e inestimables a través de las anteriores vías indirectas, entonces habrá que plantear el abandono de la metodología de precios de mercado y adoptar alguna de las otras técnicas de monetización recogidas en presente documento. El siguiente esquema resume el modo de proceder a la hora de seleccionar las metodologías aplicables a bienes y servicios medioambientales potencialmente mercadeables.

Ilustración 8: ÁRBOL DE DECISIÓN EN LA SELECCIÓN DE METODOLOGÍAS DE VALUACIÓN DE BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES MERCADEABLES.



Las principales ventajas de esta metodología radican en su sencillez y carácter intuitivo, así como su posible aplicabilidad a una gran diversidad de posibles escenarios tales como obras de conservación, gestión de desastres naturales, compañías de prevención de salud, etc. Ante la presencia de mercados en equilibrio y no distorsionados, la fiabilidad esperada de esta metodología de valoración es alta, dado que el precio es la mejor medida del valor en estas condiciones.

Por el contrario, esta metodología encuentra su principal inconveniente de no poder capturar valores de no uso de los bienes y servicios medioambientales, los cuales suponen una importante proporción en la mayoría de los casos, así como valores de uso indirecto tales como el valor paisajístico y los servicios ecosistémicos. La necesidad de computar los excedentes del consumidor y del productor a través de la estimación de las curvas

de oferta u demanda suponen igualmente una complicación metodológica, no siempre posible de efectuar debido a la escasez de datos. Por otra parte, el supuesto del mercado competitivo y en equilibrio no siempre se cumple, siendo el caso más frecuente la existencia de prácticas oligopólicas y la presencia de impuestos y subvenciones que tienden a sobredimensionar el valor de los bienes y servicios.

4.3 TRANSFERENCIA-BENEFICIO

Esta metodología de valuación ha de considerarse más bien un recurso de fuentes secundarias antes que una técnica directa o indirecta de estimación. Se trata de la adopción y adaptación de modelos empleados en estudios previos de cara a obtener estimaciones monetarias en el contexto de interés, lo cual requerirá cierto nivel de análisis por parte del investigador, u no sólo la mera replica de resultados previos. Esta metodología resulta particularmente útil cuando no existe tiempo ni recursos financieros suficientes para emprender un estudio primario con datos y técnicas originales o para valorar fenómenos de alcance global tales como el cambio climático o el deterioro de la capa de ozono. También es frecuente su uso a la hora de generar información previa que ayude a determinar los elementos básicos de un estudio de valuación o cuando existe una multitud de externalidades u efectos ambientales cuya cuantificación requerirían un estudio independiente para cada uno de ellos.

Por tanto, una vez determinado con exactitud el objeto de valoración de nuestro estudio, el primer paso de cara a implementar esta metodología consiste en la selección de estudios previos, no necesariamente aplicados al mismo objeto de valoración, cuyos resultados o estimaciones sean susceptibles de ser aplicados o adaptados a nuestro caso. Para ello habrá de valorarse los siguientes aspectos:

- Objetivo inicial del estudio
- Público objetivo del estudio
- Consistencia de los valores obtenidos en el tiempo
- Estado de la cuestión y grado de desarrollo de las metodologías en el momento de realización del estudio
- Solvencia metodológica
- Relevancia del proyecto evaluado en el estudio original para nuestro caso (comparabilidad de aspectos socioeconómicos, niveles de impacto, etc.)
- Posibilidad de realizar ajustes para evitar sesgos
- Posibilidad de analizar varios estudios sobre la misma cuestión

Una vez seleccionada la bibliografía relevante, la metodología consiste en la selección de parámetros, relaciones funcionales y resultados que puedan ser aplicables al caso particular, para la cual se pueden emplear tres enfoques distintos:

- **Transferencia de valor promedio.** La opción más sencilla e inmediata consiste en identificar los resultados de valoración de estudios previos realizados sobre bienes

y servicios equivalente o mínimamente comparables, y proceder al cálculo del valor promedio de todo ellos. Este enfoque es sólo aconsejable ante la existencia de estudios en los que se hayan obtenido resultados muy dispares y/o a través del uso de diversas metodologías.

- **Transferencia de función de demanda.** En la medida en que gran parte de las metodologías de valuación económica de externalidades ambientales están basadas en la estimación de una función de demanda de bienes y servicios medioambientales, los estudios que arrojen expresiones genéricas de dicha función son potencialmente aplicables a otros contextos, en la medida en que se pueden sustituir los valores de precios, cantidades y elementos determinantes por aquellos que apliquen en nuestro caso particular, y así obtener un valor. Así, supongamos que un estudio previo ha obtenido la función hedónica (véase la sección 4.2), la cual establece los parámetros de correlación entre distintas variables de calidad ambiental y el precio de la vivienda en un entorno urbano similar al del objeto de nuestro estudio. En este caso, y bajo ciertos supuestos de comparabilidad, sería posible usar dichos parámetros para calcular el impacto de externalidades ambientales
- **Meta-análisis.** El meta análisis consiste en el análisis comparativo de distintos estudios previos sobre un mismo objeto u objetos equivalente con el fin de inferir un resultado distinto y específico para nuestro caso. Una de las herramientas más utilizadas consiste en la realización de un análisis de regresión estadística en el que la variable dependiente sería el resultado de valoración obtenido en cada uno de los estudios, y las variables independientes serían distintos elementos descriptivos del objeto y parámetros metodológicos empleados en los mismos. De este modo, una vez estimado este modelo, sustituyendo los elementos descriptivos de nuestro propio objeto y de las demás variables, podremos obtener una valoración económica mediante la estimación del siguiente modelo econométrico:

Expresión 9

$$Y = \alpha + \beta \bar{X} + \theta \bar{Z} + \epsilon \quad (9)$$

donde:

Y : es la disponibilidad a pagar o valor económico calculado en los distintos estudios.

\bar{X} : es un vector de variables que representan características del objeto de valoración económica en cada una de los estudios.

\bar{Z} : es un vector de variables que recogen otros parámetros incluidos en el estudio. β : coeficiente.

$\bar{\beta}$: son los respectivos vectores de parámetros de regresión lineal del modelo.

ϵ : es el factor de error del modelo.

La principal ventaja de esta metodología se encuentra en su utilidad ante la imposibilidad, por cualesquiera razones, de efectuar estudios primarios. Es una metodología o conjunto de metodologías ágiles que permiten obtener estimaciones en poco tiempo, aunque

igualmente puede implementarse como herramienta de decisión a la hora de determinar la factibilidad de un estudio propio de mayor profundidad. Indudablemente, el uso de fuentes secundarias y su adaptación a otros contextos no está libre de importantes debilidades metodológicas. Así, uno de los principales riesgos se encuentra en la imposibilidad de transferir a otros casos ciertos elementos difíciles de medición, como son por ejemplo los aspectos culturales, que pueden dar lugar a muy diversos resultados, especialmente en metodologías basadas en consultas. Otra importante debilidad del estudio es la falta de control sobre los potenciales resultados, puesto que la valoración estará sujeta a los resultados obtenidos por otros estudios.

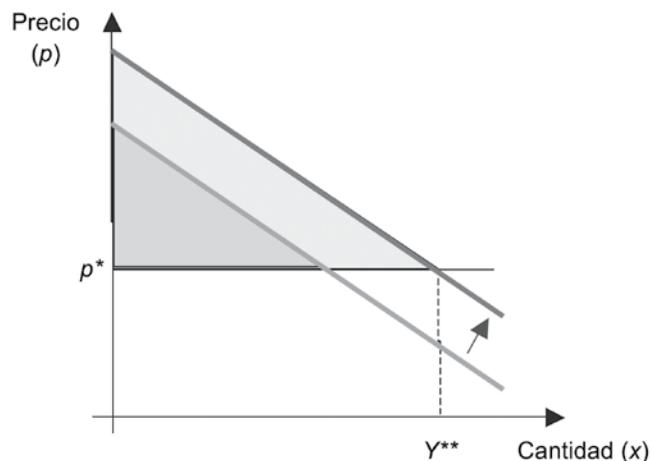
5 MÉTODOS INDIRECTOS

5.1 COSTO DEL VIAJE

En el método de valoración contingente se ha discutido cómo bajo determinados supuestos y en referencia a ciertos bienes y servicios ambientales, es posible obtener un valor monetario a partir de la valoración expresada por aquellas personas que disfrutan de sus usos o de su mera existencia. Sin embargo, no siempre es posible deducir que una persona que no está dispuesta a pagar (sea vía impuestos, una entrada, etc.) por el disfrute de un determinado enclave natural realmente no lo valore, sino que el mero hecho de haberse desplazado hasta allí nos da indicios de un valor económico. Esta noción da pie a la metodología de costo de viaje, en la medida en que trata de obtener el valor económico de determinados bienes y servicios a partir de costos de viaje incurridos por todas las personas que están dispuestas a desplazarse para disfrutar de ellos. Por tanto, se trata de estimar de manera indirecta el valor de bienes y servicios que no cuentan con un mercado formal (la calidad ambiental) a través de otros mercados que guardan una relación directa, en este caso el mercado del transporte.

Esta relación entre distintos bienes o mercados se conoce como complementariedad. De la misma forma en que el azúcar y el café son bienes complementarios para el disfrute de una misma utilidad (el consumo de café), el transporte y la calidad ambiental de ciertos enclaves se consideran igualmente bienes complementarios. La diferencia radica en que el medio ambiente carece de mercado y precios formales, por lo que debemos acudir a un mercado complementario para obtener una noción del valor económico total de un determinado enclave natural o ecosistema. En el siguiente gráfico podemos observar esta relación de complementariedad. La demanda del bien privado U (transporte) depende de su precio de la demanda del bien ambiental X, observando cómo aumentos en la calidad ambiental implican mayores niveles de consumo de transporte y, al igual que en casos anteriores, un aumento de del excedente del consumidor.

Ilustración 9: Un aumento en la calidad ambiental implica mayor excedente del consumidor.



Por tanto, gracias a la condición de complementariedad podemos estimar cómo varía la demanda del bien o servicio ambiental, a través del número de visitas que éste recibe, es decir a través del mercado de transporte. Una vez obtenida la función de demanda, es posible calcular tanto el valor económico total de un determinado enclave, como el costo monetario de posibles impactos ambientales que afecten su calidad. Se trata de una metodología utilizada principalmente para valorar el uso económico de ecosistemas, reservas, parques, etc, que con asiduidad reciben visitas de personas que disfrutan de sus servicios ambientales, principalmente los recreativos. A diferencia del método de valoración contingente, no es un enfoque válido para capturar los valores de no existencia, si bien se presenta como una herramienta igualmente útil ante la inexistencia de mercados formales. Al igual que otras metodologías, se ha de partir de una serie de supuestos teóricos, cuyo cumplimiento determinarán la viabilidad del estudio de valoración y/o sus posibles sesgos:

- **El número de viajes realizado es una función creciente de la calidad ambiental del lugar.** Es decir, tenemos que asumir que cuanto más atractivo es un paraje en cuanto a sus aspectos ambientales, mayor visitas recibirá.
- **Los individuos responden a cambios en el costo de viaje.** Ello implica que ante un aumento de los costos de viaje por cualesquiera razones (e.g. el aumento del precio del combustible), el lugar recibirá menos visitas.
- **El único motivo del viaje es visitar el lugar.** Si el desplazamiento se produce no sólo para la visita del lugar, entonces la valoración económica obtenida está sesgada en la medida en que capturaré otros valores no relacionados con el medio ambiente. No obstante, con ciertos ajustes metodológicos se puede salvar este inconveniente.
- **El tiempo de permanencia en el lugar es exógeno y fijo.** Al computar sólo el costo de viaje, no estamos teniendo en cuenta el hecho que dos individuos con idénticos

costos de transporte pueden valorar de manera distinta el medio ambiente, en la medida en la que uno de ellos está dispuesto a pasar más tiempo disfrutándolo.

- **No existen lugares alternativos.** El valor de un determinado paraje natural dependerá de la existencia de alternativas, las cuales harán disminuir su valor: un individuo valora más la única playa cercana a su población que un individuo que cuenta con tres playas cerca de su entorno. Esta dificultad metodológica puede salvarse mediante ajustes en las herramientas de encuesta.
- **El individuo no percibe utilidad o desutilidad durante el viaje.** Si este fuera el caso, el resultado de la valoración estaría sesgado. Es decir, si un individuo realiza un largo viaje por carretera que le produce una gran satisfacción paisajística, con el objetivo además de visitar un parque natural, su costo de viaje reflejará ambos disfrutes.

La principal herramienta de estimación para obtener el valor económico total de los bienes y servicios ambientales evaluados, así como el costo monetario de posibles impactos, consiste en un **modelo econométrico** en el que variable objetivo o dependiente sería la demanda de dichos bienes y servicios expresadas como número de visitas recibidas, mientras que como variables independientes habrán de incluirse todos los aspectos que a priori puedan influir en la demanda, incluyendo necesariamente el costo de viaje y los aspectos ambientales del lugar. A la hora de plantear el modelo existen dos posibles enfoques, dependiendo del nivel de observación aplicado:

Demanda por zona de origen

Consiste en la estimación de la propensión media a visitar el lugar desde distintas zonas preestablecidas, medida a través del número de visitas al lugar en cuestión relativo a la población de cada una de dichas zonas, la cual dependerá de una serie de parámetros tal y como se expresa a continuación:

Expresión 10

$$\frac{V_{hj}}{P_h} = f(C_{hj}, S_h, A_{jk}, e) \quad (10)$$

Donde,

V_{hj} : Número de vistas desde la zona h a la zona j

P_h : Población de la zona h

C_{hj} : Costo de traslado al lugar j desde la zona h

S_h : Conjunto de variables socioeconómicas que describen la zona h

A_{jk} : Conjunto de variables descriptivas del lugar j con respecto a otro lugar alternativo k

e: Término de error

Por tanto, en esta especificación de la metodología cada una de las observaciones en los datos estadísticos corresponderá a una región distinta, desde las cuales se realizan las visitas. La estimación del modelo podrá llevarse a cabo a través de modelos de regresión lineal multivariante, si bien la metodología está abierta a otras formas funcionales que el

investigador pueda considerar más oportuna de acuerdo a las relaciones a priori establecidas entre las variables. Para la implementación de esta metodología y la construcción del modelo estadístico deberán seguirse los siguientes pasos:

1. Delimitación de las zonas. El primer paso para implementar esta metodología consiste en determinar las zonas de origen de los visitantes, las cuales pueden delimitarse mediante líneas concéntricas desde el lugar objeto de estudio. Se asume que desde cada una de las zonas definidas el costo de viaje es fijo y que las preferencias de sus habitantes respecto al lugar son similares.
2. Cálculo de tasas de visita zonales. A continuación deberá recolectarse datos sobre el número medio de visitas anuales realizado por los habitantes de cada una de las zonas al lugar en cuestión, para lo cual podrán llevarse encuestas. Combinando esta información con datos de volumen de visitantes (información de registros oficiales del parque o área a visitar) se podrán calcular las tasas de visita zonales, es decir, el número total de visitantes relativo a la población de cada zona.
3. Cálculo de costos de viaje. Con información disponible sobre medios de transporte y precios de insumos tales como el combustible y billetes de transporte público, será posible estimar un precio medio de transporte para cada una de las zonas. Un enfoque posible consistiría en calcular el precio medio por Km y aplicarlos a las distancias de cada una de las zonas. Las áreas inmediatas al lugar objeto de estudio se asume que tendrán un costo de viaje igual a 0.
4. Variables socioeconómicas del lugar de origen. Deberá recabarse información sobre los lugares de origen que puedan influir en la decisión de visitar el área natural, tales como la renta media, la tasa de desempleo, la existencia de otros parajes naturales, etc.
5. Estimar la ecuación de demanda. Una vez construidas todas las variables estadísticas del modelo se podrá proceder a la estimación de la función de demanda tal y como se ha definido anteriormente, para lo cual deberán obtenerse los parámetros de regresión lineal correspondiente a cada una de las variables.
6. Calcular la disponibilidad a pagar zonal. El cálculo de la disponibilidad a pagar zonal se obtendrá a través del excedente del consumidor, el cual, como ya se ha explicado anteriormente, corresponde al área delimitada por debajo de la curva de demanda, es decir, la integral de la función de demanda anteriormente estimada.

Demanda individual

Un enfoque alternativo posibilita la estimación de la demanda a través de la computación de las preferencias a nivel individual. De este modo, en el modelo estadístico cada

observación representará a un individuo, y no a una zona de origen. A modo de ejemplo se presenta una posible función de demanda en individual en la que, además de relacionar el número de visitas a un determinado lugar con su costo de viaje, se incluyen una serie de posibles elementos explicativos (Barzev, 2002):

Expresión 11

$$V_{ij} = f(C_{ij}, M_i, F_i, G_i, N_i, P_{ij}, E_{ij}, L_{ij}, A_i, Q_i, e) \quad (11)$$

Donde:

- V_{ij} : Número de vistas de la persona i al lugar j
- C_{ij} : Costo de desplazamiento de la persona i al lugar j
- M_i : Variable dicotómica, individuo miembro de asociación ambiental
- F_i : VD, individuo conoce lugares sustitutos de la misma categoría
- G_i : VD, individuo conoce lugares sustitutos de distinta categoría
- N_i : tamaño de la familia o grupo que se desplaza
- P_{ij} : VD, visita al lugar j es el único objetivo del viaje
- E_{ij} : proporción en la que el lugar j contribuye al disfrute del viaje
- L_{ij} : número de horas de la visita a la zona j
- A_i : edad del individuo
- Q_i : ingresos del individuo
- e : término de error

En este caso la recopilación de datos sobre el número de visitas podrá llevarse a cabo en lugar de destino, usando visitas que igualmente recojan todos los datos socioeconómicos necesarios y el resto de variables incluidas en el estudio. Una vez construido el modelo que permite definir la curva de demanda de visitas al lugar se procederá a la estimación de los parámetros correspondientes y al cálculo del excedente del consumidor, medido como el área acotada por debajo de dicha curva, es decir, la integral de la curva de demanda. En la medida en que dicho excedente está expresado en términos individuales, el último paso consistirá en la agregación del valor obtenido multiplicando por la población objetivo del estudio, y así obtener un valor económico total para los bienes y servicios medioambientales valorados.

Como se ha visto anteriormente, el enfoque de costos de viaje no está libre de debilidades metodológicas y posibles sesgos. Los diversos supuestos analizados pueden ser objeto de posibles quiebras y por tanto de subestimaciones o sobre estimaciones de los resultados. Así, vemos que si la mayoría de las personas desplazadas realizan el viaje no sólo con el objetivo de disfrutar de los bienes y servicios medioambientales en cuestión, estaremos incurriendo claramente en una sobreestimación de la disponibilidad a pagar. También se ha apuntado al costo del tiempo como elemento de valoración difícilmente cuantificable, mientras que la existencia de lugares alternativos o sustitutos puede distorsionar igualmente la fiabilidad del estudio. Con respecto al enfoque de demanda zonal

habrá de tenerse en cuenta, igualmente, que no siempre es posible definir un número satisfactorio de zonas de origen que permita llevar a cabo el análisis comparativo correspondiente. La imposibilidad de reflejar valores de no uso o existencia es otra de las limitaciones de esta metodología.

CASO PRÁCTICO – COSTO DE VIAJE

VALUACIÓN MEDIOAMBIENTAL EN EL DELTA DEL RIO MISSISSIPPI (Martin, 2002)

Se ha aplicado el método del coste de viaje a un área dentro del delta del Mississippi para estimar el valor de los servicios ambientales de los humedales protegidos que la forman. Estos humedales constituyen unos de las principales zonas de avistamiento de aves de la región, por lo que en durante el año recibe una gran afluencia de visitantes que se acercan a contemplar este espectáculo ornitológico. Los datos se tomaron durante un fin de semana representativo con gran cantidad de visitantes a través de encuestas directas a los mismos, donde se les preguntaba acerca del coste total del viaje que habían realizado hasta la zona - ver datos en (Martin, 2002). Usando el método de coste de viaje, se consiguió estimar la función de demanda de visitas a la zona a través de un enfoque zonal, obteniéndose una valoración de \$20,72 por visitante en términos de excedente del consumidor (disponibilidad a pagar indirecta)

5.2 PRECIOS HEDÓNICOS

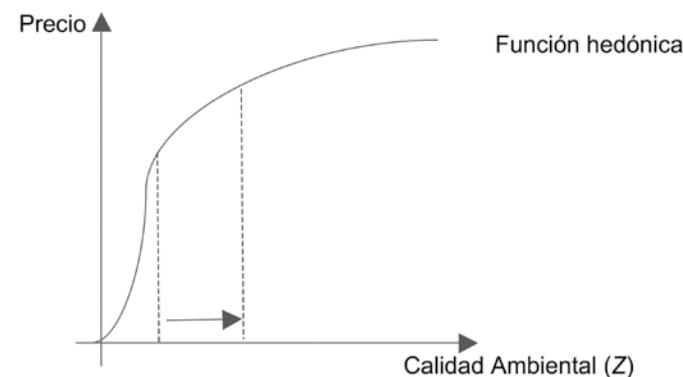
Al igual que en el caso del método de costo de viaje, en el que el precio del medio ambiente es capturado a través de un mercado no directamente relacionado con estos aspectos, es decir la demanda de transporte, éste método permite hacer lo propio a través del mercado de la vivienda. Que los precios de la vivienda guarden un carácter hedónico, significa que reflejan un conjunto de características muy distintas que aportan cierto nivel de satisfacción o utilidad a su usuario. De este modo, sabemos que el precio de la vivienda no sólo refleja el valor de los materiales y la mano de obra que la conforman sino, por ejemplo, su superficie, el número de estancias, la localización de servicios básicos, el nivel socioeconómico del barrio, y, por supuesto, la calidad ambiental de su entorno. De este modo, podemos pensar que ante dos viviendas de idénticas características y localización equivalente, pero con condiciones ambientales distintas en términos de calidad del aire, la diferencia de precios entre ambas reflejará precisamente las diferencias entre condiciones ambientales, proporcionando así un valor monetario a algo que en principio no lo tenía.

Se trata pues de una metodología apropiada para medir monetariamente impactos ambientales dentro del ámbito urbano, donde el mercado de la vivienda es mucho más dinámico, capturando aspectos tales como los ruidos, la contaminación atmosférica, el impacto visual, las zonas verdes o los malos olores. En este sentido, esta metodología no se presenta como un recurso adecuado para la valoración de zonas con valor ecológico aleja-

das de asentamientos urbanos o para la monitorización valores de no uso o existencia.

En este caso no se trata de estimar la función de demanda, sino la relación establecida entre el precio de la vivienda y cada una de sus características hedónicas, lo que se conoce como **función hedónica**. La forma de esta función dependerá de aspectos tales como la tecnología, las preferencias, etc., si bien es evidente que la relación entre la calidad ambiental y los precios de la vivienda mantendrán una correlación positiva en media.

Ilustración 10: Función hedónica.



De manera genérica podemos definir la función hedónica de la siguiente manera:

Expresión 12

$$P = h(S, N, Q), \quad (12)$$

donde:

P: precio del bien (en este caso la vivienda).

S: conjunto de características estructurales de la vivienda (superficie, materiales, terraza, ascensor, etc.).

N: conjunto de características de la zona urbana (comercios, colegios, seguridad, tipo de población, centralidad, etc.).

Q: características ambientales del entorno (calidad del aire, zonas verdes, playa, vistas, etc.).

Al igual que en otras metodologías presentadas en el presente manual, el enfoque de precios hedónicas está sujeto a una serie de supuestos cuyo incumplimiento pueden poner en entredicho la solvencia del estudio y la confiabilidad de sus resultados:

- **El mercado de la vivienda está en equilibrio.** Si el mercado no está en equilibrio, lo cual ocurre debido a un desajuste entre la oferta y la demanda (e.g. burbujas

especulativas, impuestos y subsidios excesivos, etc.) ello quiere decir que el precio no refleja fielmente las preferencias de los consumidores y oferentes del mercado, y por tanto el enfoque de precios hedónicos puede dar lugar a estimaciones sesgadas.

- **Supuesto de movilidad: bajos costos de transacción.** La decisión de cambiar de vivienda no puede estar influida por los altos costos de transacción, tales como escrituras, impuestos y demás distorsiones.
- **Las características que determinan el precio son independientes unas de otras.** Este supuesto aplica en la estimación estadística del precio hedónico, la cual debe incluir regresores no correlacionados entre sí de cara a evitar posibles sesgos o estimadores ineficientes, lo que se conoce como el problema de la multicolinealidad. Este supuesto cobra particular relevancia en relación a las variables medioambientales, las cuales suelen guardar un cierto grado de correlación. En tal caso, sería recomendable la construcción de un índice de calidad ambiental de las viviendas en las que se recojan distintas características a través de una variable única, evitando así el posible sesgo.
- **La elección del consumidor depende de sus preferencias y los precios de los atributos de la vivienda.** Debe asumirse que los consumidores eligen la vivienda en base a sus propias preferencias, y dentro de su propia restricción presupuestaria. La elección de vivienda impuesta por agentes externos (el empleador, el estado etc.) supone un caso no válido para este enfoque metodológico.

La estimación del valor hedónico del medio ambiente se llevará a cabo a través de un modelo econométrico en el que la variable dependiente se definirá como el precio de la vivienda, y como variables independientes se deberán incluir una serie de características hedónicas de la misma, incluyendo los aspectos ambientales objeto de estudio. La principal dificultad metodológica en esta fase consiste en elegir la forma funcional adecuada del modelo, puesto que la relación entre precio y características hedónicas no siempre es lineal. Pensemos por ejemplo en el hecho de que la disponibilidad a pagar por un apartamento silencioso es mucho mayor en un individuo que vive en una zona muy ruidosa frente a otros que ya viva con niveles aceptables de contaminación acústica. En este caso la disponibilidad a pagar por el silencio dependerá de los niveles iniciales y no mantendrá una relación lineal. En estos casos conviene llevar a cabo transformaciones matemáticas de los datos que recojan de manera adecuada la relación subyacente entre las variables, lo cual puede realizarse a través de las denominadas transformaciones Box-Cox:

Expresión 13

$$X'_i = \frac{X_i^\lambda - 1}{\lambda} \quad (13)$$

A través de esta expresión, se pueden obtener distintas transformaciones de los datos, cuya forma funcional dependerá del valor elegido para λ . A continuación se resumen las distintas transformaciones en relación a dicho valor:

Tabla 3: Transformaciones COX-BOX

TRANSFORMACIONES COX-BOX		
λ	Y	FUNCIÓN
-2	$\frac{1}{Y^2}$	
-1	$\frac{1}{Y}$	Transformación inversa
-0,5	$\frac{1}{\sqrt{Y}}$	
0	Log Y	Transformación logarítmica
0,5	\sqrt{Y}	Raíz cuadrada
1	Y	Sin transformación
2	Y^2	Transformación cuadrática

Por tanto la ecuación general del modelo econométrico tendrá el siguiente aspecto:

Expresión 14

$$P_i^\theta = \beta_0 + \beta_1 X_1^\lambda + \dots + \beta_n X_n^\lambda + \varepsilon, \quad (14)$$

donde θ y λ son los parámetros de transformación de las variables dependiente e independiente respectivamente. Ha de tenerse en cuenta que la aplicación de transformaciones Box-Cox supone un cambio en la interpretación de los coeficientes. El caso más destacable es la transformación logarítmica de las variables (tanto dependiente como independientes, lo cual permite interpretar los coeficientes como cambios porcentuales. Dependiendo de la elección de la forma funcional la interpretación de los coeficientes variará según el siguiente esquema:

Tabla 2: Esquema para interpretar coeficientes de distintos modelos econométricos.

MODELO	DEFINICIÓN	INTERPRETACIÓN DE COEFICIENTE
Lin-Lin	Variable dependiente e independientes no transformadas	Cambio en dólares en el precio de la vivienda ante un cambio en unidades de la variable independiente
Log-Lin	Variable dependiente logarítmica y variables independiente no transformada	Cambio porcentual en el precio de la vivienda ante un cambio en unidades de la variable independiente
Lin-Log	Variable dependiente no transformada y variables independientes logarítmica	Cambio en dólares en el precio de la vivienda ante un cambio porcentual en la variable independiente
Log-Log	Variables dependiente e independientes logarítmicas	Cambio porcentual en el precio de la vivienda ante un cambio porcentual en la variable independiente

Por tanto, el coeficiente de la variable medioambiental objeto de estudio será el elemento fundamental que nos permita calcular el impacto en términos económicos ante un cambio positivo o negativo en la calidad ambiental. Multiplicando el efecto monetario por el total de viviendas potencialmente expuesto a la externalidad ambiental, podremos obtener un valor agregado del fenómeno objeto de estudio. Con carácter complementario a esta estimación estadística, y una vez obtenido el "precio de la externalidad ambiental", se puede proceder a un segundo análisis de regresión en el que ésta pasaría a ser la variable dependiente, y como variables independientes los distintos elementos explicativos.

Ciertos problemas operativos pueden presentarse a la hora de diseñar el modelo y configurar las correspondientes variables:

- Valor del suelo frente a valor de vivienda. El valor de la vivienda muestra muchas más características hedónicas que el del suelo, si bien éste es un mercado con un comportamiento más eficiente y más propenso al equilibrio que el de la vivienda.
- Fuentes de datos sobre precios de viviendas. El uso de fuentes oficiales, tales como registros de la propiedad o valores catastrales puede llevar a la subestimación de los precios de la demanda, dado que éstos no suelen reflejar el pulso del mercado en tiempo real. Encuestas a propietarios o a profesionales del sector puede arrojar estimaciones más ajustadas, si bien puede incurrirse en ciertos riesgos debido a los incentivos de estos agentes a valorar más ciertos aspectos.
- Compra-venta frente a alquiler. El alquiler es un mercado más dinámico en el que se reflejan rápidamente los cambios de tendencia, pero también es más propicio a la subestimación de ciertos aspectos hedónicos de la vivienda. Es decir, en el alquiler

la toma en consideración de los elementos de la vivienda tiene menor alcance que cuando se adquiere. En cambio, el mercado de compra-venta suele estar sujeto a mayores costos de transacción (menor movilidad) y otras distorsiones de precios, como impuestos y subsidios.

- Efectos de eventos futuros. Ha de tenerse en cuenta que el mercado de la vivienda no sólo refleja aspectos ambientales medibles, sino también aquellos que están aún por ocurrir. En este caso, cuando un impacto ambiental ha sido previsto o planificado (por ejemplo, la construcción de una planta industrial cerca de una zona residencial) el precio de la vivienda recogerá dicho impacto incluso antes de que se materialice. Ello puede suponer una quiebra importante de la solidez del modelo en la medida en que se registren niveles ambientales positivos, pero valores hedónicos bajos.

En definitiva, se trata de una metodología altamente fiable en cuanto a sus pilares teóricos, pero con ciertas limitaciones en cuanto a su ámbito de aplicación, puesto que sólo es apropiado para impactos ambientales en el entorno urbano y no es susceptible de capturar valores de no uso. Otro aspecto a tener en cuenta es el hecho de que este enfoque se basa en las percepciones de los consumidores respecto a la vivienda y su correspondiente calidad ambiental, las cuales no siempre estarán bien fundamentadas o informadas. Nuevamente, el uso de complejas técnicas estadísticas y la necesidad de recopilar una completa base de datos hace de esta metodología un verdadero proyecto de investigación, más que una herramienta de cálculo. Por último, cabe destacar que los supuestos de movilidad y mercado en equilibrio son difícilmente constatables.

CASO PRÁCTICO – PRECIOS HEDÓNICOS

VALUACIÓN HEDÓNICA DE LA CONTAMINACIÓN EN BUENOS AIRES (Conte-Grand, 2001)

Este estudio ofrece una estimación mediante el método de precios hedónicos del efecto de la contaminación en los precios de las viviendas, aportando una estimación de la función de demanda y por tanto, una herramienta de cálculo de posibles efectos económicos de variaciones en variables ambientales. Para ello se han utilizado datos de 406 departamentos en venta en el Barrio Norte de Buenos Aires el día 30/7/97. La idea de elegir un solo barrio es que sea aproximadamente homogéneo en términos de las características del barrio: tasa de criminalidad, calidad de las escuelas, etc. Ese hecho ayuda para no tener que usar ese tipo de variables, cuya disponibilidad es claramente limitada. La información sobre los datos debe ser consultada en (Conte-Grand, 2001). En cuanto a datos sobre contaminación, en el momento de realización del estudio no existían datos consistentes y detallados a nivel de zona del nivel de contaminación atmosférica. Dada la imposibilidad de trabajar directamente con datos de contaminación, por lo que la opción usada consistió en tomar como proxy de la misma el tráfico rodante de colectivos. Así, se construyó una variable (TotalMicros) que está definida como:

$$\text{TotalMicros} = e (\text{Líneas} * \text{Frecuencias})$$

Donde L es el número de líneas de colectivos que pasan por enfrente del inmueble (si la línea tiene varios ramales, se computa el número de los mismos) y frecuencia es el número de colectivos autorizados a hacer ese recorrido por la CNRT (está expresado en servicios/día). De las 143 líneas que circulan por la ciudad, 61 recorren el área seleccionada. La variable $TotalMicros$ debe permitir entonces diferenciar entre un entorno más contaminado y uno menos contaminado ya que no registra solamente que pasen colectivos o no sino cuántos de ellos. En el estudio se incluye además otras dos variables: la cercanía a espacios verdes (Plaza) y la cercanía al tren subterráneo (subte).

La función hedónica se ha estimado a través de cinco métodos de regresión estadísticos distintos. Aunque este estudio presenta algunas controversias desde el plano econométrico, supone una aportación cualitativa significativa que captura el impacto negativo de la contaminación atmosférica en Buenos Aires, si bien los resultados del mismo apuntan a un efecto muy marginal. Tales resultados pueden explicarse por la debilidad de la variable proxy elegida para capturar la calidad del aire de la zona de estudio.

5.3 DOSIS-RESPUESTA

El método de dosis-respuesta es un enfoque de valuación económica de particular utilidad en los casos de fenómenos contaminantes asociados a una sustancia o flujo determinado. En este caso, la herramienta principal de estimación viene dada por la denominada función de dosis respuesta, la cual establece una relación directa entre el flujo o grado de concentración de un determinado contaminante (o conjunto de contaminantes) y una variable de efecto, la cual suele pertenecer al ámbito de la salud. Por ejemplo, la ciencia ha establecido esta función de manera explícita, relacionando de manera estadística el nivel de concentración de partículas suspendidas y el riesgo de mortalidad expresado como porcentaje de la población expuesta³. No obstante, la función dosis-respuesta puede hacer referencia a efectos distintos a la salud, como pueda ser el impacto de las sustancias contaminantes en la productividad agrícola o el impacto sobre materiales e infraestructuras. Este tipo de formulaciones, al contener una naturaleza eminentemente física y/o química, vendrán establecidas desde el ámbito de las ciencias, siendo el papel del economista la transformación de la variable de impacto a términos económicos o monetarios. En el ámbito de la salud, esto significa que deberán aplicarse técnicas apropiadas para valorar los costos sanitarios de la enfermedad, la vida humana o la pérdida de esperanza de vida como consecuencia de fenómenos contaminantes.

³ Esta relación se ha establecido a través de la siguiente fórmula matemática:

$$\text{Mortalidad} = 6,72 \cdot 10^{-6} \cdot (\text{PM}_{10} \text{ en mg/m}^3) \cdot (\text{población})$$

De este modo una ciudad de 25.000 habitantes con una concentración de 75mg/m³ da como resultado 12,6 fallecimientos por causa de contaminación atmosférica

La función de dosis-respuesta, se define por tanto como la expresión matemática que relaciona el flujo o concentración de un determinado contaminante y una determinada variable de efecto o impacto:

Expresión 15

$$E = e(d) \quad (15)$$

Donde E es la variable de efecto y d es el vector de agentes contaminantes. Al igual que en casos anteriores, esta función se puede estimar estadísticamente con los datos adecuados, si bien dicha tarea no suele pertenecer al ámbito de competencia del economista ambiental, sino de expertos del ámbito científico-técnico correspondiente. Por regla general estas relaciones no suelen responder a una forma funcional lineal, la cual dependerá de aspectos técnicos, bioquímicos y físicos de los contaminantes. En ocasiones se presentan algunas dificultades adicionales como puedan ser la existencia de interacciones entre distintas sustancias contaminantes o la imposibilidad de aislar el impacto individual de ciertos flujos o emisiones.

Con carácter general, la aplicación de este método requerirá la recolección de datos de cuatro aspectos distintos:

- Información sobre las características y volumen del contaminante objeto de estudio
- Datos sobre población expuesta al riesgo
- Datos sobre los efectos sanitarios u otras variables de impacto
- Valoración en términos económicos de los impactos

Llegados a este punto la labor fundamental en el proceso de valuación económica consistirá en la asignación de un valor monetario a los costos sanitarios y provocados por las sustancias contaminantes, lo que inevitablemente nos lleva a la difícil cuestión del valor económico de la vida humana. Ha de recordarse que la utilidad de estos cálculos no apunta a la obtención de un valor económico en términos absolutos sino que se trata de herramientas que permiten establecer medidas comparativas de cara al diseño de políticas públicas y/o a priorizar ante múltiples opciones de inversión o gasto público.

Al igual que los bienes y servicios de tipo ecológico o ambiental cuentan con distintos componentes dentro de su valor económico total, la vida humana, expresada en términos económicos, cuenta con distintos componentes que deberán ser recogidos en las estimaciones monetarias:

- Valoración individual. Es el valor que el propio individuo asigna al riesgo de perder su propia vida.
- Valoración entre individuos. Valor que otorgan los demás ante el riesgo de que un determinado individuo pierda su vida o caiga enfermo.
- Costo social. Valor de la vida humano, en cuanto a su aportación económica a la sociedad, no sólo medida a través de su trabajo sino como el conjunto de servicios y funcionalidades que la sociedad dejaría de percibir como consecuencia del fallecimiento o enfermedad de esa persona.

La asignación de un valor económico a la vida humana puede realizarse desde múltiples ópticas, si bien cabe destacar que la más común en la literatura es la de disponibilidad a pagar. En este caso, el enfoque difiere levemente respecto a lo anteriormente expuesto, puesto que en este no se trata de la disponibilidad a pagar por un bien o servicio medioambiental, sino por las medidas ambientales para protegerla. Un sencillo ejemplo servirá para ilustrar el modo de proceder de la valoración contingente aplicada al contexto de dosis respuesta.

Supongamos que el riesgo de muerte por un determinado contaminante es de 0.007 y que la población potencialmente expuesta es de 100.000 habitantes. Ello implicaría entorno a 700 posibles muertes anuales por causa de este fenómeno. Por otra parte sabemos que el gobierno está considerando ciertas políticas (implementación de una tecnología limpia, por ejemplo) que disminuirían el riesgo a 0.003, lo cual implicaría un total de 400 vidas salvadas. Aplicando un estudio de valoración de contingente de dichas políticas se obtiene una disponibilidad a pagar por la implementación de dichas políticas de \$ 5.000, lo que aplicado al conjunto de la población expuesta, daría un total de 500 millones. Esta cantidad dividida por el número de vidas salvadas arrojaría un valor de la vida humana de 1,25 millones.

Otro enfoque alternativo, levemente distinto al anterior, permitiría calcular el valor económico de un año de vida, lo cual permitiría expresar la función de dosis-respuesta en términos de esperanza de vida. A modo de ejemplo, si una determinada mejora ambiental tiene como efecto el aumento de 0,4 años de esperanza de vida, y la DAP media es de \$ 10.000, entonces el valor de un año de vida alcanzaría el valor de \$25.000.

Uno de los principales problemas que presenta esta metodología es la dependencia en la renta de las personas de cara a obtener un valor económico de los costos sanitarios o de la vida de las personas, lo que llama a la prudencia en la aplicación de esta herramienta, especialmente en contextos socioeconómicos en los que exista una brecha importante entre la disponibilidad a pagar y el costo efectivo de determinadas tecnologías o políticas. Principal problema de la metodología: dependencia de la renta de las personas encuestadas. Aún así esta es una metodología ampliamente usada en la literatura, cuyos resultados suelen arrojar estimaciones del valor de la vida humana de entre 1 y 3,5 millones de euros.

6. INTERNALIZACIÓN Y TOMA DE DECISIONES

Toda vez que se dispone de un conjunto de valoraciones sobre las externalidades ambientales, éstas típicamente afectarán –como se ha venido señalando– a los costos y/o beneficios esperados del proyecto o iniciativa bajo análisis. Se precisa ahora de alguna herramienta que ayude de una forma lo más objetiva y sistemáticamente posible a tomar la decisión más adecuada sobre la viabilidad económica del proyecto o de la medida de internalización de costos ambientales.

Existen varias metodologías al servicio de la toma de decisiones a este respecto. No obstante, una de ellas es utilizada de forma más extendida y común en muchos ámbitos y niveles de decisión: el análisis costo-beneficio. Si bien existen otras alternativas a este método, debido a que éstas son herramientas más específicas y menos utilizadas, a la vez que más intuitivas y quizás menos sofisticadas desde un punto metodológico, por lo que en lo siguiente se expondrá en mayor detalle los elementos del análisis costo-beneficio.

6.1 ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA TOMA DE DECISIONES

Como ya se ha señalado anteriormente, este tipo de análisis es básicamente uno de los más utilizados, sino el que más, en muchos ámbitos y niveles de actuación a la hora de tomar decisiones sobre la viabilidad de un proyecto. En lo que atañe a la consideración de proyectos y políticas públicas medioambientales también es una herramienta de análisis muy común, y que presenta interesantes ventajas aunque también hemos de ser conscientes de sus limitaciones.

Lo que a continuación se expone es una breve presentación sobre el desarrollo de este tipo de análisis, siguiendo un formato esquemático o de breve guía, para así facilitar los pasos a seguir para su implementación práctica. Así, podemos distinguir las siguientes fases del análisis costo-beneficio:

Fases del análisis

1. Definición del proyecto:
 - Establecer la (re-)asignación de recursos disponibles para el proyecto.
 - Identificar:
 - Poblaciones objetivos que pueden beneficiarse o verse perjudicadas por el proyecto
 - Tipos de costos y beneficios
 - Nivel de alcance: local, regional, nacional, internacional o global.
 - Esta etapa es de vital importancia dado que no se puede evaluar un proyecto adecuadamente si no se conoce con precisión lo que se está evaluando.

2. Identificar los impactos del proyecto:

- Elaborar una lista que incluya todos los recursos usados por el proyecto (laborales, materiales, medioambientales, etc.), todos los impactos potenciales en la producción (del sector primario, secundario o terciario), todas las oportunidades que pueden surgir tras el proyecto (nuevos empleos, negocios, etc.), ...
- En caso de existir con carácter previo a la valuación, la declaración o estudio de impacto ambiental será la fuente principal de esta información.
- Dos conceptos cobran una relevancia en este momento:
 - La agregación, que hace referencia a la producción extraordinaria que podría sumarse a la existente tras la ejecución del proyecto
 - El desplazamiento, que hace referencia al traslado de ciertas actividades productivas a otros lugares tras implementar el proyecto.

3. Identificar los impactos de índole económica:

- Se persigue identificar todos los impactos de mercado y las externalidades en esta etapa.
- Los impactos positivos conformarán los beneficios en la medida que o bien aumentan la cantidad o la calidad de bienes que generan impactos positivos, o bien reducen el precio de estos bienes que generan impactos positivos.
- Los impactos negativos conformarán los costos en la medida que o bien aumentan la cantidad o la calidad de los bienes que generan impactos negativos, o bien aumentan el costo que estos bienes arrojan a la sociedad.
- Es clave entender que en esta etapa se persigue identificar los impactos positivos y negativos e identificar claramente el momento en el que surgen o surgirán los impactos.
- Nótese que los impuestos y subvenciones no se deben incluir como impactos, ya que desde un punto de vista económico suponen una mera redistribución de los recursos en la economía.

4. Cuantificar físicamente los impactos relevantes:

- Han de medirse los impactos en primer lugar en términos de unidades físicas, y obtener los flujos de cantidades físicas reales relacionadas con los costos y beneficios identificando claramente el momento en el que surten efecto durante la vida del proyecto.
- Sería deseable realizar todos estos cálculos teniendo en cuenta diversos niveles de incertidumbre.

5. Valoración monetaria de efectos relevantes:

- Aquí se trata de traducir a unidades monetarias las cantidades físicas medidas en la etapa anterior.
- Los mercados pueden ofrecernos información relevante sobre los valores que necesitamos y estén relacionados directamente con el mercado.

- En esta etapa deberá también realizarse otro tipo de tareas como predecir precios de mercado futuros, corregir algunos valores de mercado usando valores del propio mercado, o generar información comparable con la del mercado (precios o valoraciones) allá donde no existen pero son necesarias. En definitiva se trata de la aplicación de las metodologías aquí expuestas.

6. Descontar los flujos de costos y beneficios:

- En esta etapa se trata de hacer comparables cantidades de dinero en distintos momentos del tiempo, ya que el dinero cambia su valor a lo largo del tiempo, sea por variaciones en los precios de la economía o variaciones en los tipos de interés.
- Para ello existen técnicas matemáticas que básicamente traducen el valor futuro en valor actual, y necesitamos obtener un factor de descuento inter-temporal que asumimos constante entre todos y cada uno de los periodos y que denotamos con la letra griega ρ .

7. Calcular el Valor Actual Neto (VAN):

- Toda vez que para un proyecto P tengo identificados los flujos monetarios $X: \{X_0, X_1, \dots, X_T\}$ que recogen costos si toman valores negativos o beneficios si toman valores positivos en cada instante del tiempo, podemos calcular el valor actual neto de un proyecto P acuerdo con la siguiente expresión:

Expresión 16

$$VAN(P) = \sum_{t=0}^T X_t \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^t \quad (16)$$

- Por tanto, obtenemos la decisión sobre nuestro proyecto según el siguiente criterio:
 - Si $VAN(P) > 0$ el proyecto es viable.
 - Si $VAN(P) < 0$ el proyecto no es viable.

8. Considerar análisis de sensibilidad:

- Tal y como se ha mencionado anteriormente, los cálculos sobre la cuantificación y valoración de impactos están sujetos a un nivel de incertidumbre que generalmente resulta crucial para la toma de decisiones.
- En todos los análisis costo-beneficio ex-ante no existe una previsión perfecta de todas las valoraciones necesarias.
- Por tanto, desde un punto de vista científico y de prudencia, se necesita:
 - Considerar diferentes escenarios de riesgo o incertidumbre sobre las principales estimaciones de las valoraciones relevantes
 - Actualizar y recalcular las estimaciones en diferentes etapas de la vida del proyecto
 - Variables relevantes: tasas de descuento de flujos, cantidades y calidades reales de los inputs y outputs, y sus precios de mercado, precios sombra o valoraciones.

Principales desafíos

- 1. Valuación de los bienes de no mercado (externalidades).** A lo largo de este documento se han ido exponiendo las limitaciones de los diversos métodos utilizados para la valuación de bienes sin mercado. Siendo conscientes de estas limitaciones, supone un desafío importante este tipo de valuaciones en tanto que la fiabilidad de la estimación del costo o beneficio obtenido puede suponer un aspecto crucial para decantar la viabilidad de un proyecto en un sentido o en otro.
- 2. La complejidad de los ecosistemas.** Desde las ciencias biológicas y medioambientales cada vez se aportan más y mejores elementos para la mejor comprensión de los ecosistemas y sus interrelaciones, si bien aún existen importantes retos de cara a resumir esta complejidad en el marco de un análisis costo-beneficio.
- 3. El descuento y el cálculo de la tasa de descuento.** Si bien se asume que existe una tasa de descuento para así poder hacer comparables diversos flujos de dinero medidos en distintos instantes del tiempo, la obtención de esa tasa de descuento puede ser problemática. Se suelen considerar desde un punto de vista puramente económico la tasa de inflación y los tipos de interés como medidas de cambios en el valor del dinero y en el costo de oportunidad del dinero. No obstante, esto sólo incluye aspectos monetarios, quedando fuera del análisis las preferencias intertemporales de la sociedad. La información necesaria para mejorar la precisión de su cálculo es poco o nada observable ni tangible, lo que implica importantes dificultades y dudas sobre la necesidad de descontar los flujos costos y beneficios.
- 4. ¿Es realmente un análisis adecuado para nuestros proyectos medioambientales?** Debido a las peculiaridades de ciertos aspectos medioambientales, puede pensarse que este tipo de análisis plantearían un problema de justicia o equidad intergeneracional, ya que las generaciones más lejanas en el tiempo debido a la aplicación de la fórmula matemática del VAN en la Expresión 5 estarían infra-representadas en dicha valoración económica del proyecto. Este aspecto polémico pone de relieve el grado de adecuación del análisis costo-beneficio para decidir sobre la viabilidad del proyecto, y a su vez presenta un desafío que intentar resolver si queremos seguir utilizando esta herramienta para la toma de decisiones.
- 5. Incertidumbre e irreversibilidad.** Se ha venido ya considerando los aspectos de incertidumbre en las estimaciones sobre las valuaciones de las externalidades, lo cual plantea un reto obvio a tener en cuenta en la toma de decisiones, que debe ser considerado mediante la realización de análisis sensibilidad. Otro problema más complicado supone la eventualidad que un determinado recurso medioambiental se vea tan amenazado que a partir de cierto momento el daño sea irreversible y suponga su total desaparición. En tal caso, ¿recoge adecuadamente el costo de esta irreversibilidad potencial en el futuro el análisis costo beneficio? Podemos intuir que estamos ante un reto a la hora de la toma de decisiones si usamos esta herramienta basada en el análisis costo-beneficio.

Análisis social y distributivo

Resulta deseable realizar lo que se denomina un análisis social y distributivo de manera complementaria al análisis costo-beneficio, en parte para fortalecer el análisis en aquellos aspectos que suponen un reto o limitación del mismo. El análisis que todo tomador de decisiones o investigador que se enfrenta a esta cuestión debe responder al menos a las siguientes preguntas:

- ¿Quiénes se beneficiarán del proyecto y en cuánto?
- ¿Quiénes pagarán el proyecto y cuánto?
- ¿Existen grupos de población o de interés que carguen con el principal grueso de las pérdidas o los costos del proyecto? ¿Cabe plantearse la viabilidad del proyecto en base a este hecho?
- ¿Ayuda u obstaculiza el proyecto a la satisfacción de necesidades básicas de una sociedad?

6.2 OTROS CRITERIOS DE DECISIÓN

Si bien el análisis costo beneficio se erige como el método más extendido, éste no es el único previsto en la literatura económica y aplicado por las organizaciones. Aunque no es el propósito de este documento ofrecer una exposición detallada de todos los criterios de decisión, si es pertinente mencionar algunos de los criterios de decisión alternativos que suelen usarse en este tipo de problemas. Entre estos, destacamos los siguientes:

- Análisis costo-efectividad
- Análisis multicriterio
- Enfoques preventivos
 - Estándares mínimos de supervivencia y/o seguridad
 - Principio de precaución
- Enfoques morales y de ética medioambiental en la toma de decisiones

Para obtener una presentación más detallada de estos y otros métodos, ver (Perman, et al., 2003) y (Endres, 2011).

6.3 INTERNALIZACIÓN DE EXTERNALIDADES E IMPLICACIONES REGULATORIAS

En esta sección se pretende ofrecer una visión general de las soluciones que se han venido planteando desde un punto de vista de la teoría económica en relación con el problema generado por la presencia de externalidades ambientales en un mercado. Dichas soluciones cubren una variedad de medidas o políticas regulatorias que están bien fundamentadas desde el plano teórico y que contribuyen a la mejora de eficiencia desde un punto de vista social, suponiendo que las estimaciones del valor o costo económico de las externalidades son fiables.

Definición 5 (Internalizar una Externalidad) – Decimos que internalizamos una externalidad en un mercado cuando incorporamos el costo indirecto o externo que supone la externalidad (ver Definición 1) al análisis económico de dicho mercado.

Las maneras de internalizar externalidades son variadas⁴, pero básicamente giran en torno a dos ideas principales:

- Generar mercados específicos para aquellas externalidades sin mercado (acercar el modelo económico al cumplimiento del supuesto de mercados completos).
- Definir mejor los mercados afectados por las externalidades (acercar el modelo económico al supuesto de mercados bien definidos).

En base a este esquema, a continuación se presentan las principales soluciones para internalizar las externalidades ambientales.

6.3.1 Soluciones pigouvianas

Estas soluciones son las más tradicionales, y se centran en la idea básica inherente a toda externalidad en la producción de un bien o servicio: la discrepancia entre los costos marginales privados (oferta en un mercado competitivo) y los costos marginales sociales que incluyan la correcta valoración de las externalidades.

La medida se basa en la introducción de un impuesto o subvención a la producción en dicho mercado de tal manera que se acerquen los costos marginales privados a los sociales y conseguir como resultado una solución de mercado que converja a la socialmente deseable, que difiere de la que se obtiene en ausencia de un impuesto o subvención *pigouvianos*⁵.

La cuantía del impuesto *pigouviano* que un organismo regulador estaría interesado en calcular podría determinarse estimando los costos marginales sociales y los beneficios marginales sociales de emitir cierta dosis de un agente contaminante al medio ambiente, de tal forma que el valor que iguale al costo marginal con el beneficio marginal de emitir una unidad adicional de contaminante debería ser el impuesto unitario que debería establecerse por la emisión de dicho contaminante.

Esta solución se enmarca en el principio general de "quien contamina, paga", lo que en el marco de los proyectos del INTI podría suponer la adopción por parte de las empresas productivas de una eco-tasa o eco-impuesto que permita el ajuste de la producción a niveles más deseables, a la vez que se recaudan fondos para la mitigación y compensación por daños ambientales.

4 Ver (Endres, 2011), (Matthews & Lave, 2000)

5 Denominación en referencia al economista Arthur Cecil Pigou, cuyos postulados sobre los fallos de mercado dieron lugar a la acuñación de este término (Pigou, 1920).

6.3.2 Estándares ambientales y derechos de propiedad

Una medida directa para atajar el problema de las externalidades ambientales es obligar a los agentes contaminantes (por regla general pertenecientes al sector industrial) a respetar ciertos niveles de emisiones o niveles de concentración de sustancias contaminantes asociados a sus actividades productivas. Si bien estos límites han de estar definidos de tal manera que se eviten los costos económicos procedentes de las externalidades, lo cierto es que dichos niveles suelen definirse en base a criterios científicos antes que económicos. Los estándares pueden establecerse bien como criterio de flujo (nivel de emisiones o vertidos) o de stock (en términos de concentración en zonas de riesgo o exposición) siendo la primera más efectiva de cara a evitar impactos económicos directos, pero también más difícil de monitorear y de atribuir a determinados agentes. Los estándares ambientales pueden resultar ser apropiados si la cantidad de externalidad es medible, y si las valoraciones económicas marginales de los beneficios y costos sociales son fiables.

Sin embargo, de forma genérica las dos condiciones anteriores son difíciles de satisfacer al mismo tiempo por una externalidad concreta. Si una de las dos condiciones no se cumple, se corre el riesgo de obtener estándares no efectivos.

De forma alternativa, se plantea la posibilidad que el fallo de mercado pudiera ser corregido sin necesidad de intervención regulatoria en los mercados, a través de un acuerdo voluntario entre las partes. A través del reconocido teorema de Ronald Coase, la teoría económica demuestra que la intervención pública para corregir el problema generado por las externalidades no sería necesaria en caso de cumplirse una serie de supuestos. Éstos supuestos provienen fundamentalmente de la necesidad de definir los derechos de propiedad sobre la externalidad de forma clara y que los costos de firmar un contrato (costos de transacción) entre las partes afectadas sean bajos o nulos.

En un plano más práctico, esto implica que los agentes contaminadores deberán compensar a quienes soportan las consecuencias de la externalidad en caso que aquellos hayan adquirido derechos de contaminación preponderantes sobre la propiedad de quienes sufren las consecuencias. Por el contrario, en caso que los receptores de la contaminación hayan adquiridos derechos inviolables sobre su propiedad e integridad física, éstos deberán compensar al contaminador por los costos derivados de la menor producción. En la realidad, estas situaciones ocurren con poca frecuencia, dado que el ordenamiento jurídico no establece suficientes garantías respecto de unos u otros derechos.

6.3.3 Límites máximos y comercio (Cap & Trade)

Básicamente, esta medida consiste en:

- Imponer un estándar ambiental (típicamente máximo),
- Crear derechos de emisión sobre la cantidad de externalidad estandarizada, y
- Permitir a los agentes económicos involucrados comerciar con esos derechos.

Un programa bien definido de límites máximos y comercio de emisiones:

- Define un límite máximo de emisiones (Estándar MA).
- Define derechos para cada unidad de emisión posible.
- Selecciona un grupo de fuentes de emisión autorizadas a emitir, a las que controla.
- Otorga a las empresas libertad de comercio con los derechos de emisión.
- Permite a cada fuente diseñar su propia estrategia para cumplir con las emisiones sobre las que tiene derechos.
- Monitoriza las emisiones, es decir, las fuentes deben medir completamente y con precisión las emisiones, e informar regularmente a las autoridades para garantizar el cumplimiento.

El caso paradigmático se encuentra en el mercado de derechos de emisiones de efecto invernadero recogido en el protocolo de Kyoto, por el cual se establece un límite máximo de emisiones a la vez que se distribuyen permisos de emisión equivalentes a ese valor máximo.

De este modo, y mediante un sistema de libre comercio de derechos, los países y empresas con mayores necesidades industriales pueden adquirir derechos de emisión de los agentes y países con menores necesidades, sin que ello altere el máximo de emisiones establecido con carácter previo.

Las implicaciones de un programa bien definido de límites máximos y comercio de emisiones pueden resumirse de la siguiente manera:

- Mayor protección ambiental a menor costo.
- Mejor eficacia en impactos a nivel local.
- Mayor rapidez en la reducción de emisiones debido a los instrumentos e incentivos de mercado.
- Mayor transparencia de operaciones y resultados.
- Menores costos de transacción (administrativos, etc.) para el gobierno y la industria.
- Mayor eficiencia y mayores incentivos a la innovación.
- Incentivos mejor alineados (mejor a los menos emisores).
- Se contabilizan todas las emisiones.

6.3.4 Estándares tecnológicos (Command & Control)

En aquellos casos en los que la externalidad (digamos, emisiones) no son fácilmente medibles, el establecimiento de estándares tecnológicos sobre las fuentes de emisiones es una medida utilizada para internalizar la externalidad.

Supone obligar a la industria al uso de alguna/s tecnología/s específica/s o bien mediante la imposición de una cláusula del tipo "mejor tecnología disponible". Esta medida supone un importante avance en términos de evitar posibles externalidades ambientales, si bien en la práctica no suele estar asociada a criterios de decisión económica. Para que una imposición de este tipo guarde cierto criterio de eficiencia, deberán calcularse los costos y beneficios a largo plazo de su implementación en comparación con otras alternativas

tecnológicas u otras opciones de política pública. Sin embargo, –desde el punto de vista de la eficiencia–, esta medida es muy discutible por la literatura económica ya que fuerza a las empresas a la adopción de una tecnología, desincentivando la innovación y el progreso tecnológico.

6.3.5 Fondos y donaciones medioambientales

Siendo conscientes de los costos que conlleva internalizar una externalidad, en términos de implementación de políticas fiscales, aspectos regulatorios, compensaciones económicas o definición de derechos de propiedad, resulta coherente pensar en mecanismos que canalicen la adecuada financiación de estas y otras intervenciones. Así pues cabe la posibilidad de plantear la creación de fondos medioambientales o permitir donaciones medioambientales procedentes de actores de muy distinta naturaleza de cada a sufragar dichos gastos.

El objetivo de un fondo medioambiental es generar los recursos necesarios para financiar los costos de internalizar externalidades, los cuales no siempre pueden ser asumidos por los agentes involucrados o incluso por las administraciones públicas competentes. Estos mecanismos pueden establecerse mediante las aportaciones de distintas fuentes, y su estructura y financiación suele estar bien definido, a la vez que el programa de gasto que de él se derive. Al igual que los fondos medioambientales, las donaciones medioambientales pretenden canalizar la financiación adecuadamente para afrontar los costos de internalizar una externalidad, si bien suelen establecer para fines más concretos y guardan un carácter menos estructurado. No obstante, esta vía necesita igualmente de la creación de programas de patrocinio y hermanamiento, el establecimiento de un fondo concreto, y ofrecer una cartera de proyectos para que los posibles donantes elijan exactamente a qué contribuir.

En el contexto de los proyectos del INTI, la creación de fondos de contingencia financiados por distintos agentes locales puede resultar una alternativa viable, siempre cuando este esté asociada a mecanismos de decisión en los que los impactos ambientales hayan sido valuados de manera adecuada, y en la medida en que otras soluciones de internalización no resulten viables.

7. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Las herramientas que la ciencia económica pone al servicio de las instituciones de cara a la valoración de las externalidades ambientales son variadas y de muy distinta naturaleza. Tradicionalmente este tipo de metodologías han requerido esfuerzos conjuntos desde las administraciones públicas y las instituciones académicas, dado que el nivel de análisis y diseño que requieren en ocasiones llaman a la puesta en marcha de verdaderos proyectos de investigación. Por tanto, la aplicación de estas técnicas no debe contemplarse como una mera tarea de cálculo adicional a la formulación de proyectos o a los estudios de viabilidad, sino que muy posiblemente consumirán importantes recursos en términos de capital humano, tiempo e incluso financieros. Sin embargo, dichos requerimientos no han de interpretarse como un obstáculo a la adopción de este tipo de análisis, dado que los potenciales beneficios de su aplicación claramente sobrepasan la inversión necesaria. A lo largo de este documento se han detallado las distintas formas en las que los activos ambientales, tanto mercadeables como no mercadeables, guardan un importante valor económico susceptible de ser cuantificado e incorporado a criterios de decisión pública y privada, lo cual puede determinar significativamente el bienestar de comunidades beneficiarias e incluso mejorar la asignación de recursos dentro de la industria privada.

En este sentido, el INTI guarda una posición privilegiada de cara a adoptar este tipo de herramientas dentro de su estructura y en el ciclo de análisis de sus proyectos. Su trabajo en red junto con otras instituciones académicas y administraciones locales, su cercanía a las comunidades beneficiarias y su aportación directa al desarrollo del sector privado, hacen que la complejidad de estas herramientas se relativice sustancialmente, puesto que ésta responde en parte a la multitud de agentes y recursos involucrados en las mismas. Sin duda, la inclusión de este tipo de análisis dentro de la estructura del INTI requerirá la paulatina incorporación de personal especializado en métodos de investigación socioeconómica y/o estadista, si bien la simple familiaridad con los conceptos y procesos aquí expuestos supondrán un importante paso adelante. En la medida en que la institución pueda involucrarse junto con otros colaboradores externos en el diseño de estos estudios, los contenidos del presente documento supondrán un importante salto tecnológico en la institución.

8. REFERENCIAS

- Barzev, R., 2002. Guía Metodológica de Valoración Económica de Bienes, Servicios e Impactos Medioambientales, s.l.: Corredor Biológico Mesoamericano, Serie Técnica 4.
- Conte-Grand, M., 2001. Una primera aproximación a la valuación hedónica de la contaminación en Buenos Aires. CEMA Working Papers: Serie Documentos de Trabajo, Issue 207.
- Endres, A., 2011. Environmental Economics: Theory and Policy. Cambridge, UK.: Cambidge University Press.
- Hanley, N., Shogren, J. & White, B., 2006. Environmental Economics in Theory and Practice. 2 ed. ed. New York: Palgrave Macmillan.
- Martin, J., 2002. Emery valuation of diversions of river water to marshes in the Mississippi River Delta. Ecological Engineering, Volumen 18, pp. 265-286.
- Matthews, H. & Lave, L., 2000. Applications of Environmental Valuation for Determining Externality Costs. Environmental Science and Technology, 34(8), pp. 1390-1395.
- Nunes, P. & van der Bergh, J., 2001. Economic valuation of biodiversity: sense or nonsense?. Ecological Economics, 39(2), pp. 203-222.
- Pearce, C., 2001. Valuing biological diversity: issues and overview. En: OECD Valuation of biodiversity benefits: Selected studies. Paris: OECD.
- Perman, R. y otros, 2003. Natural resource and environmental economics. 3 ed. New Jersey: Prentice Hall.
- Pigou, A., 1920. The Economics of Welfare. London: Macmillan and Co..
- Saz, S. & Suárez, C., 1998. El valor del uso recreativo de espacios naturales protegidos: aplicación del método de valoración contingente al Parque Natural de l'Albufera. Revista Española de Economía Agraria, Issue 182, pp. 239-272.
- Segura, J., 1988. Análisis *Microeconómico*. Madrid: Alianza Editorial.

PROYECTO **MEJORA DE LAS ECONOMÍAS
REGIONALES Y DESARROLLO LOCAL**

—
**MÉTODOS
DE VALUACIÓN DE
EXTERNALIDADES
AMBIENTALES**



INTI



Unión Europea

Instituto Nacional de Tecnología Industrial
Gerencia de Cooperación Económica e Institucional
Avenida General Paz 5445 - Edificio 2 oficina 212
Teléfono (54 11) 4724 6253 | 6490
Fax (54 11) 4752 5919
www.ue-inti.gob.ar



Ministerio de Producción
Presidencia de la Nación